

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Dissertação de Mestrado

**COMPORTAMENTO MORFODINÂMICO E GRANULOMETRIA
DO ARCO PRAIAL PÂNTANO DO SUL – AÇORES,
ILHA DE SANTA CATARINA, SC, BRASIL**

Ulisses Rocha de Oliveira

Florianópolis - 2004

**COMPORTAMENTO MORFODINÂMICO E GRANULOMETRIA
DO ARCO PRAIAL PÂNTANO DO SUL – AÇORES,
ILHA DE SANTA CATARINA, SC, BRASIL**

Ulisses Rocha de Oliveira

*Dissertação submetida ao Curso de Mestrado em Geografia, área de concentração Utilização e Conservação de Recursos Naturais, do Departamento de Geociências do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, em cumprimento aos requisitos necessários à obtenção do grau acadêmico de **Mestre em Geografia**.*

Aprovado pela comissão examinadora em 06/052004

Dr. Norberto Olmiro Horn Filho (Presidente e orientador GCN/UFSC)

Dr. Jarbas Bonetti Filho (Membro – GCN/UFSC)

Dr. Lauro Julio Calliari (Membro – FURG)

Florianópolis - 2004

Dedico este trabalho a minha esposa Janice,
meus pais Eloira e Luiz, meu irmão Cassius e
ao meu afilhado Lucas, que são a base da
minha vida.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu orientador professor Norberto por ter me dado a oportunidade de realizar este trabalho, pelo apoio e revisão deste. A Jane por estar junto comigo durante todas as fases deste trabalho, me ajudando nos trabalhos de campo e nos momentos mais difíceis. Ao incansável Jasiel pelas inúmeras ajudas prestadas. Aos pesquisadores do LAHIMAR, em especial ao Rodrigo por ter me ajudado na metodologia e na revisão deste trabalho e ao professor Eloi por ter disponibilizado dados à esta pesquisa. A professora Olga Cruz pelos dados meteorológicos. Aos professores Lauro e Jarbas por terem revisado este trabalho, tanto o projeto de qualificação quanto a dissertação. Aos pesquisadores do LOC, em especial ao Buscapé e o Fred, por terem me ajudado em campo e pelo auxílio no tratamento de imagens. Ao professor Edison, Lucas “Firmeza”, Daniel Simó, Renata, Felipe Caron, Zé e Daniel por também terem me ajudado nas saídas de campo. A Janete e a professora Tânia por terem me auxiliado na metodologia. A Rita e o Lig por me auxiliarem no abstract. A CAPES por ter financiado esta pesquisa. Agradeço aos meus pais, meu irmão e minha cunhada Patrícia por sempre me enviarem vibrações positivas e pelo incentivo a minha vida de pesquisador.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE FOTOS.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. <i>Geral.....</i>	<i>3</i>
2.2. <i>Específicos.....</i>	<i>3</i>
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
3.1. <i>Terminologia adotada.....</i>	<i>4</i>
3.2. <i>Modelo seqüencial de evolução morfológica.....</i>	<i>5</i>
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	11
4.1. <i>Localização geográfica.....</i>	<i>11</i>
4.2. <i>Geologia e geomorfologia regional.....</i>	<i>13</i>
4.2.1. <i>Planície costeira do Pântano do Sul.....</i>	<i>15</i>
4.2.1.1. <i>Embasamento cristalino Indiferenciado.....</i>	<i>17</i>
4.2.1.2. <i>Sistema deposicional continental.....</i>	<i>17</i>
4.2.1.3. <i>Sistema deposicional transicional.....</i>	<i>18</i>
4.2.2. <i>Evolução paleogeográfica.....</i>	<i>19</i>
4.3. <i>Dinâmica costeira.....</i>	<i>20</i>
4.3.1. <i>Meteorologia.....</i>	<i>20</i>
4.3.2. <i>Clima de ondas.....</i>	<i>24</i>
4.3.2.1. <i>Eventos de alta energia de onda.....</i>	<i>30</i>
4.3.3. <i>Marés.....</i>	<i>32</i>

4.3.4. Correntes litorâneas.....	32
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	33
5.1. Monitoramento de perfis praias.....	33
5.2. Granulometria.....	35
5.3. Características de onda.....	37
5.4. Classificação morfodinâmica.....	38
5.5. Fotointerpretação.....	39
6. RESULTADOS.....	40
6.1. Morfologia e variações no estoque de sedimentos subaéreo da praia.....	40
6.1.1. Perfil 1.....	40
6.1.2. Perfil 2.....	44
6.1.3. Perfil 3.....	50
6.1.4. Morfologia e mobilidade dos perfis.....	54
6.2. Distribuição granulométrica.....	56
6.2.1. Perfil 1.....	57
6.2.2. Perfil 2.....	61
6.2.3. Perfil 3.....	65
6.2.4. Variação granulométrica do sistema Pântano do Sul - Açores e Solidão.....	69
6.3. Incidência de ondas na área de estudo.....	74
6.4. Classificação morfodinâmica da praia.....	77
7. DISCUSSÃO.....	80
8. CONCLUSÕES.....	93
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Setorização de praias arenosas (Modificado de MUEHE, 1998).....	4
Figura 2. Representação em perfil e em planta dos seis estágios morfodinâmicos propostos por WRIGHT & SHORT (1984) (Fonte: HOEFEL, 1995).....	7
Figura 3. Relação de equilíbrio entre o estado da praia e o parâmetro ômega (Ω) (Modificado de WRIGHT <i>et al.</i> (1985).....	10
Figura 4. Mapa de localização da área de estudo.....	11
Figura 5. Mapa geológico da planície costeira do Pântano do Sul.....	16
Figura 6. Diagramas circulares, com direção predominante dos ventos na ilha de Santa Catarina, entre agosto de 2002 e 2003 e sazonalmente (Fonte: OLGA CRUZ, <i>com. pes.</i>).....	21
Figura 7. Série temporal diária entre agosto de 2002 e 2003, com dados de pressão atmosférica ao nível do mar, em milibares (Fonte: OLGA CRUZ, <i>com. pes.</i>).....	22
Figura 8. Carta sinóptica de um sistema de baixa pressão associado a Massa Polar Atlântica estabelecido sobre o Atlântico Sul no dia 01 de setembro de 2002 (Fonte: CPTEC-INPE).....	23
Figura 9. Saída do modelo regional de pressão ao nível do mar caracterizando um sistema de baixa pressão associado a Massa Polar Atlântica estabelecido sobre o Atlântico Sul no dia 12 de abril de 2003 (Fonte: CPTEC-INPE).....	23
Figura 10. Mapa da ilha de Santa Catarina, com localização do ondógrafo e base de recepção de dados.....	24
Figura 11. Série temporal de parâmetros do estado do mar (altura significativa e altura máxima (m), período (s) e direção (graus)) obtidos pelo ondógrafo entre maio e agosto de 2002 (Fonte: MELO FILHO <i>et al.</i> , 2003).....	25
Figura 12. Série temporal de parâmetros do estado do mar (altura significativa e altura máxima (m), período (s) e direção (graus)) obtidos pelo ondógrafo entre setembro e dezembro de 2002 (Fonte: MELO FILHO <i>et al.</i> , 2003).....	26
Figura 13. Série temporal de parâmetros do estado do mar (altura significativa e altura máxima (m), período (s) e direção (graus)) obtidos pelo ondógrafo entre janeiro e dezembro de 2003 (Fonte: MELO FILHO, <i>com. pes.</i>).....	27

Figura 14. Histogramas com altura significativa das ondas ao longo das estações do ano (Fonte: ARAUJO <i>et al.</i> 2003).....	29
Figura 15. Ondulação de sul na costa catarinense no dia 02 de setembro de 2002 (Fonte: CPTEC-INPE).....	30
Figura 16. Ondulação de sul na costa catarinense no dia 13 de abril de 2003 (Fonte: LAHIMAR-UFSC).....	31
Figura 17. Gráfico com variação de volume líquido e acumulado entre agosto de 2002 e 2003, referentes ao perfil 1.....	42
Figura 18. Morfologia praial observada no perfil 1 (orientação N15).....	43
Figura 19. Estágios erosivos e acrescivos encontrados no perfil 1 (orientação N15).....	43
Figura 20. Gráfico com variação de volume líquido e acumulado entre agosto de 2002 e 2003, referentes ao perfil 2.....	46
Figura 21. Morfologia praial observada no perfil 2 (orientação N345).....	47
Figura 22. Estágios erosivos e acrescivos encontrados no perfil 2 (orientação N345).....	47
Figura 23. Perfil 2 e perfil 2a, obtidos no dia 13/06/2003.....	49
Figura 24. Gráfico com variação de volume líquido e acumulado entre agosto de 2002 e 2003, referentes ao perfil 3.....	52
Figura 25. Morfologia praial observada no perfil 3 (orientação N315).....	53
Figura 26. Estágios erosivos e acrescivos encontrados no perfil 3 (orientação N315).....	53
Figura 27. Histogramas de frequência simples, em <i>phi</i> , das amostras coletadas na base da duna frontal do perfil 1, entre agosto de 2002 e 2003.....	58
Figura 28. Histogramas de frequência simples, em <i>phi</i> , das amostras coletadas no pós-praia do perfil 1, entre agosto de 2002 e 2003.....	59
Figura 29. Histogramas de frequência simples, em <i>phi</i> , das amostras coletadas na face da praia do perfil 1, entre agosto de 2002 e 2003.....	60
Figura 30. Histogramas de frequência simples, em <i>phi</i> , das amostras coletadas na base da duna frontal do perfil 2, entre agosto de 2002 e 2003.....	62
Figura 31. Histogramas de frequência simples, em <i>phi</i> , das amostras coletadas no pós-praia do perfil 2, entre agosto de 2002 e 2003.....	63
Figura 32. Histogramas de frequência simples, em <i>phi</i> , das amostras coletadas na face da praia do perfil 2, entre agosto de 2002 e 2003.....	64

Figura 33. Histogramas de frequência simples, em ϕ , das amostras coletadas na base da duna frontal do perfil 3 entre agosto de 2002 e 2003.....	66
Figura 34. Histogramas de frequência simples, em ϕ , das amostras coletadas no pós-praia do perfil 3 entre agosto de 2002 e 2003.....	67
Figura 35. Histogramas de frequência simples, em ϕ , das amostras coletadas na face da praia do perfil 3 entre agosto de 2002 e 2003.....	68
Figura 36. Gráfico com o diâmetro médio do grão (em ϕ) obtido na base da duna frontal entre agosto de 2002 e de 2003.....	69
Figura 37. Gráfico com o diâmetro médio do grão (em ϕ) obtido no pós-praia entre agosto de 2002 e 2003.....	70
Figura 38. Gráfico com o diâmetro médio do grão (em ϕ) obtido na face praial entre agosto de 2002 e 2003.....	70
Figura 39. Gráfico com variação no tamanho médio do grão no pós-praia, em ϕ , entre o arco praial Pântano do Sul - Açores e praia da Solidão, com localização dos perfis e limite entre as praias.....	72
Figura 40. Histogramas de frequência simples, em ϕ , das amostras representativas coletadas no pós-praia entre Pântano do Sul e Solidão.....	73
Figura 41. Aplicação do modelo parabólico para o arco praial Pântano do Sul - Açores (Fonte: KLEIN <i>et al.</i> , 2003).....	88
Figura 42. Mapa da ilha de Santa Catarina com localização de perfis monitorados na praia dos Ingleses por FARACO (2003), arco praial Moçambique – Barra da Lagoa por LEAL (1999), sistema Joaquina – Morro das Pedras por TORRONTÉGUY (2002), praia da Armação por ABREU DE CASTILHOS (1995) e arco praial Pântano do Sul – Açores (este trabalho).....	89

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Vista da porção nordeste da área de estudo.....	12
Foto 2. Vista da porção sudoeste da área de estudo.....	12
Foto 3. Vista da ilha de Santa Catarina, com o arco praial Pântano do Sul – Açores em primeiro plano.....	13
Foto 4. Foto aérea do arco praial, de 1994, com localização dos perfis.....	33
Foto 5. Foto aérea do arco praial, de 1994, com localização das amostras representativas.....	35
Foto 6. Vista para leste da localidade do Pântano do Sul, a partir do perfil 1, com embasamento cristalino em segundo plano (17/05/2003).....	40
Foto 7. Vista para sul do perfil 2, a partir do depósito eólico holocênico (15/11/2002).....	44
Foto 8. Vista para sudoeste demonstrando morfologia rítmica ao longo do arco praial, com embaixamentos e megacúspides alternados (15/07/2003).....	48
Foto 9. Vista do setor sudoeste do arco praial, junto ao perfil 3, com elevações do embasamento cristalino em segundo plano (14/04/2003).....	50
Foto 10. Sedimento arenoso típico do arco praial Pântano do Sul - Açores, com presença de minerais de quartzo e pesados, vistos em microscópio sob luz refletida.....	56
Foto 11. Vista da praia da Solidão, com a ponta das Pacas ao fundo.....	72
Foto 12. Pequena ondulação, com ponto de quebra praticamente junto à face praial, observada no perfil 1 (15/07/2003).....	75
Foto 13. Tipo de onda mergulhante observada no perfil 2, estimada em 1 metro de altura, gerada por ondulação de sul/sudeste (14/04/2003).....	76
Fotos 14 e 15. Área de estudo vistas à partir do perfil 2 em 14/04/2003 e 15/07/2003.....	79
Fotos 16 e 17. Fotografias aéreas do arco praial Pântano do Sul – Açores, sob contraste, demonstrando trens de onda.....	82
Foto 18. Corrente de retorno observada entre os perfis 2 e 3 (15/07/2003).....	85
Foto 19. Fotografia aérea do arco praial na escala 1:8.000, obtida em maio de 2002.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros e características típicas de cada tipo de praia segundo SHORT <i>et al.</i> (2000) (Fonte: TORRONTÉGUY, 2002).....	9
Tabela 2. Percentual de cada estado do mar ao longo das estações do ano (Fonte: ARAUJO <i>et al.</i> , 2003).....	28
Tabela 3. Amostras representativas coletadas entre as praias do Pântano do Sul e da Solidão, com distância a partir dos costões situados à norte de cada praia e as coordenadas.....	36
Tabela 4. Parâmetros morfométricos obtidos no perfil 1.....	41
Tabela 5. Parâmetros morfométricos obtidos no perfil 2.....	45
Tabela 6. Parâmetros morfométricos obtidos no perfil 3.....	51
Tabela 7 – Mobilidade quantitativa dos perfis praias.....	54
Tabela 8 – Mobilidade qualitativa dos perfis praias.....	55
Tabela 9. Planilha granulométrica com análise estatística das amostras coletadas no perfil 1.....	57
Tabela 10. Planilha granulométrica com análise estatística das amostras coletadas no perfil 2.....	61
Tabela 11. Planilha granulométrica com análise estatística das amostras coletadas no perfil 3.....	65
Tabela 12. Planilha com parâmetros estatísticos das amostras representativas coletadas no pós-praia.....	71
Tabela 13. Dados de onda obtidos durante os trabalhos de campo e pelo ondógrafo (altura em metros, período em segundos, incidência em graus).....	74
Tabela 14. Parâmetros morfodinâmicos na área de estudo.....	77
Tabela 15. Parâmetros morfodinâmicos de praias da ilha de Santa Catarina.....	90

RESUMO

O arco praial Pântano do Sul – Açores representa uma típica praia de enseada, estando localizado no sul da ilha de Santa Catarina. Para analisar o comportamento morfodinâmico e a granulometria da praia, foi realizado um monitoramento de três perfis de praia, coleta de sedimentos e observação visual das ondas, com periodicidade mensal, durante um ano (agosto de 2002 e 2003). Também foram coletadas amostras extras no pós-praia entre o sistema Pântano do Sul – Açores e a praia vizinha da Solidão.

O perfil 1, localizado no setor nordeste da praia, apresenta declividade de $2,38^\circ$, largura média de 54,49m e variação de volume de $3,95\text{m}^3/\text{m}$, sendo basicamente constituído de areias finas a muito finas ($Mz=2,737\ \phi$). Este setor é protegido da energia das ondas, apresentando altura característica de onda de 0,23m. O valor de ômega encontrado foi baixo ($\Omega=1,37$), correspondendo ao estágio intermediário terraço de maré baixa de WRIGHT & SHORT (1984), embora o perfil 1 apresente algumas características de praias dissipativas.

O perfil 2, situado no setor central, apresenta declividade de $4,23^\circ$, largura média de 40,30m e variação de volume de $4,96\text{m}^3/\text{m}$, sendo composto por areias finas ($Mz=2,257\ \phi$) muito bem selecionadas. O perfil 2 apresentou valor de ômega maior que o perfil 1 ($\Omega=2,59$), correspondendo aos estágios morfodinâmicos intermediários barras transversais e rip e bancos e cavas rítmicos de WRIGHT & SHORT (1984), pendendo mais para o primeiro estado.

O perfil 3, setor sudoeste da praia, apresenta declividade de $3,73^\circ$, largura média de 57,03m e variação de volume de $9,79\text{m}^3/\text{m}$, sendo composto por areias finas ($Mz=2,268\ \phi$). Apresenta altura característica de onda de 0,77m, com maior variabilidade no clima de onda. O perfil 3 apresentou o maior valor de ômega entre os perfis ($\Omega=3,70$) correspondendo também aos estágios morfodinâmicos intermediários barras transversais e rip e bancos e cavas rítmicos de WRIGHT & SHORT (1984), pendendo para o segundo estágio.

Em direção ao setor sudoeste da praia, a energia de onda aumenta. Os parâmetros morfométricos e o adimensional ômega respondem à essa variação. A granulometria, por exemplo, variou conforme a altura de arrebentação de onda.

Ao longo do monitoramento, ocorreram períodos de erosão e acreção simultaneamente em todos os perfis, associados a baixa e alta energia de onda, períodos onde houve erosão no perfil 1 e acreção nos perfis 2 e 3 e períodos onde houve acreção no perfil 2 e erosão nos perfis 1 e 3.

De uma forma geral, houve sazonalidade no estoque sedimentar do arco praial, com acreção no final da primavera e verão e erosão no outono e início do inverno, associado basicamente ao clima de ondas na região. Durante eventos de alta energia, a praia perdeu $28,23\text{m}^3/\text{m}$ no estoque sedimentar no perfil 3, demonstrando, posteriormente, uma recuperação do estoque. A variação no estoque sedimentar subaéreo da praia pode também ser relacionada à presença de cúspides praias e embaixamentos.

ABSTRACT

The Pântano do Sul - Açores arc beach represents a typical headland bay beach, situated in the south of Santa Catarina island. To analyze the morphodynamic compartments and grain size of this beach, three beach profiles were monitored, sediments were collected and visual observation of waves was made, between August 2002 and August 2003, on a monthly basis. Also, extra samples of backshore were collected between the Pântano do Sul – Açores system and the neighbor Solidão beach.

The profile 1, situated in the northeast sector of the beach shows beach face slope of $2,38^\circ$, average width of 54,49m and volume variation of $3,95\text{m}^3/\text{m}$, being it constituted of fine and very fine sands ($Mz=2,737\phi$). This sector is protected from incident waves, showing characteristic wave height of 0,23m. The omega value observed was low ($\Omega=1,37$) corresponding to an intermediary morph dynamic stage of low tide terrace by WRIGHT & SHORT (1984), although the profile presents some characteristics of dissipative beach.

The profile 2, situated in the central sector, presents a slope around $4,23^\circ$, average width of 40,30m and volume variation of $4,96\text{m}^3/\text{m}$. being it constituted of fine sands ($Mz=2,257\phi$) very well selected. The profile 2 showed omega value bigger than the profile 1 (2,59), corresponding to intermediary morphodynamic stage, between the stages transverse bar and rip and ritmic bar and beach by WRIGHT & SHORT (1984), to hang more to the stage first.

The profile 3, southwest sector of the beach, presents a slope around $3,73^\circ$, average beach width of 57,03m and average subaereal beach volume of $9,79\text{m}^3/\text{m}$, being formed by fine sand ($Mz=2,268\phi$). Presents characteristic wave height of 0,77m, with more variability of the wave climate. The profile 3 showed the larger omega value along the profiles ($\Omega=3,70$), corresponding to the intermediate morphodynamic states between the transverse bar and rip and ritmic bar and beach by WRIGHT & SHORT (1984), pending to the second stage.

Towards the southwest sector of the beach, the energy wave increases. The morphometrics and omega parameters respond to these variations. The grain sizes, for example, varied according to the wave breaking height.

During the monitoring period, periods of accretion and erosion simultaneously occurred in all profiles, associated to the low and high energy of waves, periods in which there was erosion at profile 1 and accretion in the profiles 2 and 3 and periods with accretion in the profile 2 and erosion in the profiles 1 e 3.

In general terms, there was seasonality in the subaereal sedimentary inventory in the beach arc, with accretion at the end of spring and summer and erosion in autumn and the beginning of winter, associate basically to the wave climate in the region. During high energy events, the beach to lost $28,23\text{m}^3/\text{m}$ at the subaereal sedimentary inventory in the profile 3, showing, lately, the recovery of the inventory level. The variations in the subaereal sedimentary inventory of the beach may also be related to the presence of beach cusps and embayment.

1. INTRODUÇÃO

Em zonas costeiras onde há presença do embasamento cristalino, como em boa parte do litoral de Santa Catarina, praias arenosas de enseada, com diferentes orientações, formas e dinâmica são comuns. O termo praia de enseada define uma linha de costa arenosa limitada por promontórios rochosos onde a linha de costa geralmente assume forma curvada (SHORT & MASSELINK, 1999; KLEIN *et al.*, 2002).

As praias de enseada podem desenvolver formas assimétricas, caracterizadas por uma zona de sombra mais curvada, devido à um obstáculo que a protege da energia das ondas, uma parte central levemente curvada e a outra extremidade praticamente retilínea, sendo normalmente paralela à direção dominante dos trens de onda na região (SILVESTER & HSU, 1993). Quando assumem esta forma são classificadas na literatura como parabólicas (HSU & EVANS, 1989) ou logaritmo-espirais (YASSO, 1982).

Estas praias podem apresentar-se em equilíbrio estático ou em equilíbrio dinâmico em planta. Em uma situação estável, ou equilíbrio estático, os trens de onda dominantes atingem toda a extensão da praia em ângulo de 90°. As cristas de onda quebram simultaneamente ao longo da praia e o transporte longitudinal de sedimentos, bem como os processos de erosão e deposição entre porções periféricas, são anulados (BREMNER, 1983). No entanto, quando houver suprimento sedimentar e o transporte longitudinal for ativo, a praia se encontra em um estado instável, de equilíbrio dinâmico. Neste tipo de praia, as forças de deriva litorânea e o suprimento sedimentar são fatores determinantes na manutenção da faixa de praia na sua posição atual.

De acordo com nível de exposição às ondulações, as praias arenosas podem ser protegidas, semi-protegidas e expostas a energia das ondas. Diferenças quanto ao grau de exposição das praias de enseada as tornam variáveis, experimentando níveis de energia de onda diferentes e conseqüentemente características morfodinâmicas distintas. Entender as características destes tipos de praia, suas variações e os processos atuantes são ramos da morfodinâmica de praias. A classificação morfodinâmica relaciona aspectos entre a interação das ondas e do sedimento, possibilitando um modelo empírico conceitual para caracterização de praias de aplicabilidade global.

As praias arenosas da ilha de Santa Catarina começaram a ser estudadas por MARTINS *et al.* (1970), que as descreveram sedimentologicamente, classificando-as segundo seu nível de energia. ABREU DE CASTILHOS & GRÉ (1997) caracterizaram as praias de enseada quanto sua forma em planta. CRUZ (1998) realizou perfis topográficos nas praias da ilha e continente próximo, com ênfase na praia dos Ingleses, evidenciando processos erosivos e deposicionais, setorizando as praias segundo o nível de energia de onda. HORN FILHO *et al.* (2000) realizaram uma identificação de compartimentos da costa e praias de acordo com suas diferenças geoambientais e oceanográficas. KLEIN *et al.* (2003) classificaram algumas praias da ilha segundo sua estabilidade sedimentar, ou grau de equilíbrio. HORN FILHO (2004) fez uma síntese dos estudos morfo-sedimentares realizados entre 1970 e 2003.

Estudos com base no monitoramento praial foram realizados por GRÉ *et al.* (1994) na praia Mole, SANTOS (1995) na praia da Joaquina, ABREU DE CASTILHOS (1995) na praia da Armação, NUNES (1997) na praia do Forte, DIEHL (1997) no pontal da Daniela, FARACO (1998) na praia dos Ingleses, LEAL (1999) no sistema praial Moçambique - Barra da Lagoa, MORENO (2000) na praia da Galheta, TORRONTÉGUY (2002) no trecho entre Joaquina - Morro das Pedras, NUNES (2002) na Ponta das Canas, FARACO (2003) na praia dos Ingleses e PEIXOTO *et al.* (2004) na praia do Santinho.

Nestas pesquisas, de uma forma geral, foram monitorados perfis ao longo de cada praia por cerca de um ano, com coleta e análise de sedimentos, caracterização de aspectos hidrodinâmicos e definição de períodos erosivos e deposicionais. A maior parte destes trabalhos utilizaram parâmetros morfodinâmicos desenvolvidos pela escola australiana de geomorfologia costeira (SHORT & HESP, 1982; WRIGHT & SHORT, 1984; WRIGHT *et al.*, 1985) para classificar as praias. FARACO (2003) comparou os perfis monitorados em 1998 e em 2003, relacionando à períodos de *el-niño* e *la niña*. SANTOS (1995) e PEIXOTO *et al.* (2004) associaram aspectos morfodinâmicos com a vegetação pioneira da duna frontal.

A presente dissertação de mestrado se propõe a analisar características morfodinâmicas e granulométricas do arco praial Pântano do Sul – Açores, uma praia de enseada situada no sul da ilha de Santa Catarina, através do monitoramento mensal desta praia, realizado entre agosto de 2002 e 2003, dando continuidade às pesquisas que vem sendo realizadas na ilha desde a década de 1970.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

⇒ Analisar variações espaço - temporais no estoque sedimentar, as características granulométricas e a incidência de ondas ao longo do arco praial Pântano do Sul - Açores, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.

2.2. Específicos

⇒ Determinar características morfométricas do arco praial entre agosto de 2002 e 2003;

⇒ Caracterizar a granulometria do arco praial e verificar variações temporais;

⇒ Caracterizar a incidência de ondas ao longo da praia;

⇒ Identificar variações morfológicas e granulométricas da praia e tentar relacionar com a sazonalidade do regime de ondas e eventos de alta energia de onda;

⇒ Calcular parâmetros morfodinâmicos da praia e efetuar a classificação proposta por WRIGTH & SHORT (1984).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresentará a terminologia adotada neste trabalho, descrita em HOEFEL (1995), e o modelo seqüencial de evolução morfológica sugerido por WRIGHT & SHORT (1984).

3.1. Terminologia adotada

- **PRAIA**: Depósitos inconsolidados na zona costeira, dominados pela hidrodinâmica, causada primeiramente por ondas. Possui como limite interno as dunas ou qualquer outra alteração fisiográfica brusca e como limite externo o início da zona de arrebentação. Os principais setores das praias são: antepraia, praia média, face praial e pós-praia (figura 1).

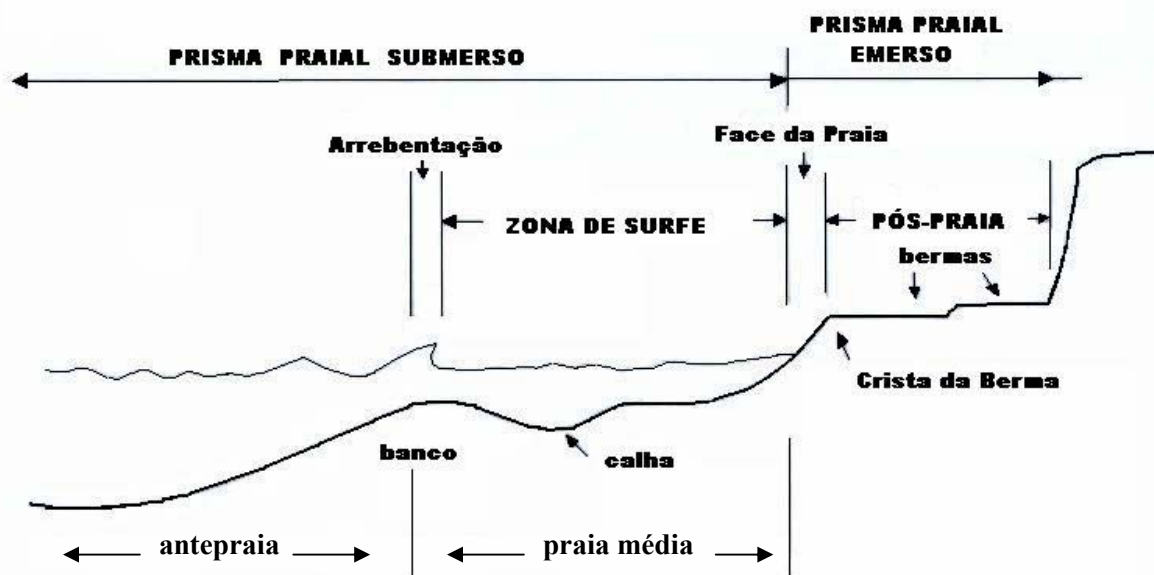


Figura 1. Setorização de praias arenosas (Modificado de MUEHE, 1998).

ANTEPRAIA: Setor localizado na porção subaquosa da praia, a partir do ponto de interação das ondas sobre o fundo até a zona de arrebentação, onde dominam processos de refração, difração, empolamento e perda de energia por fricção.

PRAIA MÉDIA: Setor localizado entre a antepraia e a face praial, sobre o qual predominam processos hidrodinâmicos na zona de arrebentação e zona de surfe. Apresenta feições como bancos e cavas.

- **Zona de arrebentação:** Zona na qual atuam os processos de dissipação de energia das ondas, o ponto de quebra.
- **Zona de surfe:** Zona intermediária entre a zona de arrebentação e zona de espraçamento, onde podem ocorrer processos de transporte de sedimentos por correntes de deriva litorânea e correntes de retorno.

FACE PRAIAL: Setor localizado numa zona intermareal (entre marés). Na face da praia normalmente ocorrem os processos de espraçamento, fluxo e refluxo.

- **Zona de espraçamento ou estirâncio** – Zona entre a máxima e a mínima excursão do espraçamento das ondas, também denominada zona intermareal, geralmente ocorrendo sobre a face da praia. Dependendo da situação pode também apresentar no seu limite superior a berma ou degrau.

PÓS-PRAIA: Setor localizado na porção subaérea da praia, entre o máximo de espraçamento normal e o limite superior da praia (pé da duna frontal ou outra alteração brusca). Apresentam também feições típicas, como bermas, dunas embrionárias e canais de escoamento, ou sangradouros.

3.2. Modelo seqüencial de evolução morfológica

As praias arenosas resultam da ação das ondas interagindo com sedimentos acomodados nas linhas de costa, sendo que a extensão e características destas são dependentes da variação de maré, altura de onda, período de onda, tamanho do grão e forma da praia (SHORT, 1999).

Flutuações semi-anuais devem-se a típicos ciclos sazonais, como erosão do perfil subaéreo ocorrendo sob condições de maior energia de onda e acresção em condições de menor energia, sob mar mais calmo (SUNAMURA, 1988).

Muitos estudos confirmam a formação e migração de barras arenosas durante eventos de alta energia de onda, da porção subaérea da praia em direção ao mar, desenvolvendo formas preferencialmente lineares, com perfil mais plano (LIPPMANN *et al.* 1993). Quando há um decaimento subsequente do nível de energia hidrodinâmico, ocorre um movimento contrário, com barras arenosas sendo deslocadas para a porção subaérea da praia, muitas vezes desenvolvendo formas rítmicas, como barras crescentes (SHORT & AAGARD, 1993), concentrando o estoque de sedimentos cada vez mais próximo da face praial.

Eventos erosivos intensos, com seqüências que partem de estágios com menor nível de energia de onda para estágios com maior energia de onda sugerem a ocorrência de “saltos morfológicos”, onde o estado morfodinâmico antecedente da praia é alterado em escalas temporais muito pequenas, se comparada à períodos de acreção da porção subaérea da praia (HOLMAN & SALLENGER, 1993).

O tamanho e constituição do grão que formam as praias exercem um papel importante no comportamento e na declividade das praias arenosas. Grãos unimodais mais finos tendem a gerar um perfil com pendente mais suave, enquanto grãos progressivamente mais grossos geram perfis gradualmente mais íngremes (KOMAR, 1976). A declividade da face da praia pode variar com as condições de energia de ondas atuantes.

A comparação entre vários parâmetros possibilitou que WRIGHT & SHORT (1984) formassem um modelo evolutivo baseado na descrição de seis estágios praias, definindo dois extremos, um dissipativo e outro reflectivo e quatro estágios intermediários (figura 2), caracterizados por assembléias morfológicas e processos hidrodinâmicos peculiares.

Este modelo seqüencial de evolução morfológica foi fundamentado pela observação diária da morfodinâmica de praias durante seis anos, análise de fotografias aéreas, medições de correntes na zona de surfe, registros do clima de ondas e perfis praias, tendo ampla aceitação, inclusive no Brasil e em Santa Catarina. A utilização deste modelo ocorre basicamente em ambientes que contenham um só banco e apresentem regime de micromaré.

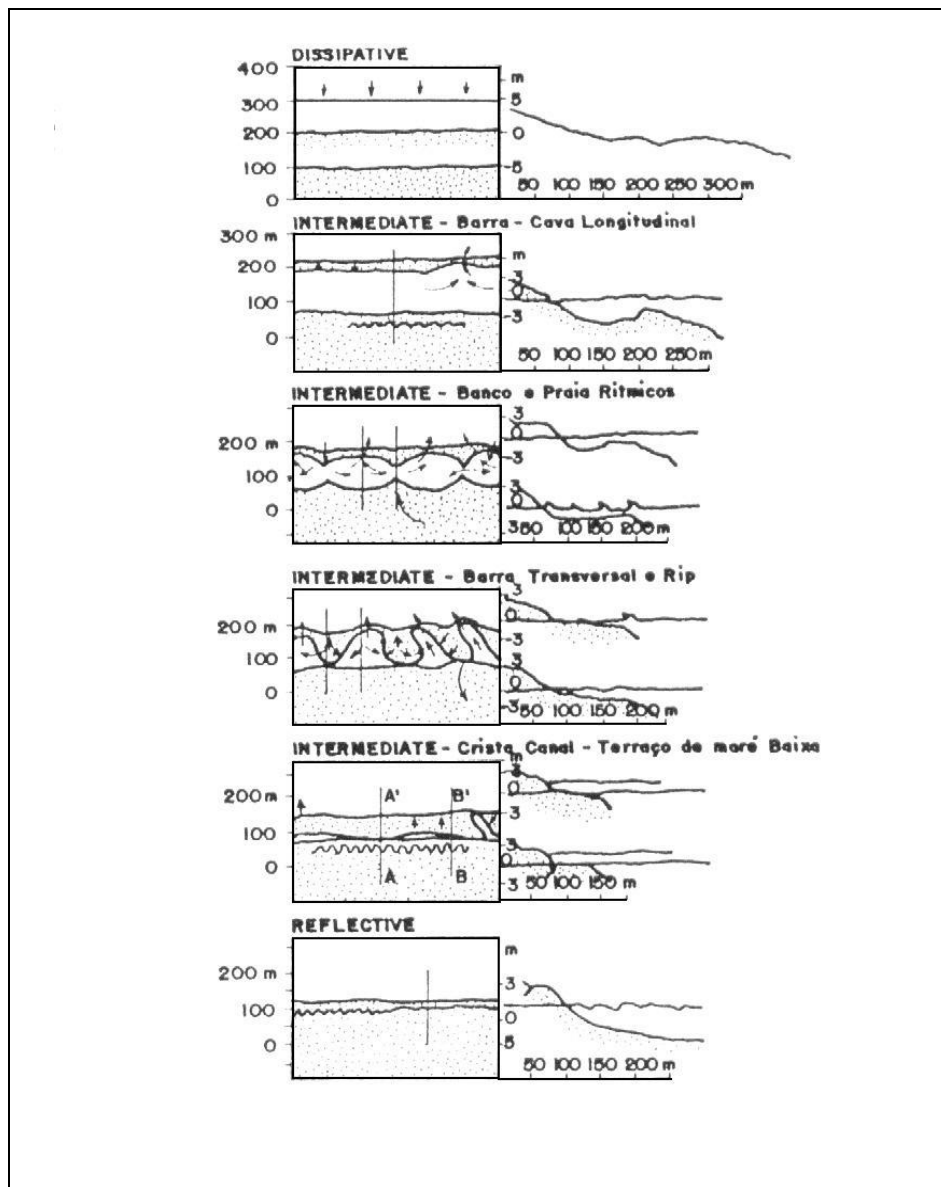


Figura 2. Representação em perfil e em planta dos seis estágios morfodinâmicos propostos por WRIGHT & SHORT (1984) (Fonte: HOEFEL, 1995).

Segundo WRIGHT & SHORT (1984), o estágio **dissipativo** é caracterizado pela alta energia de onda, com zona de surfe larga composta por dois ou mais bancos. As ondas arrebentam longe da linha de costa, geralmente de maneira deslizante, e dissipam sua energia ao longo da zona de surfe, quebrando e reformando várias vezes através dos bancos que caracterizam esse ambiente. Possuem elevado estoque sedimentar na porção subaquosa da praia, baixa declividade, areias de granulometria fina a muito fina em todos os setores da praia

(CALLIARI *et al.*, 1998), possuindo dunas frontais bem desenvolvidas, com alta mobilidade (SHORT & HESP, 1982).

O estágio **reflectivo**, extremo contrário do dissipativo, ocorre sob baixa energia de onda, apresentando elevados gradientes na topografia, o que reduz sensivelmente a zona de surfe (CALLIARI *et al.*, 1998). O ponto de quebra das ondas ocorre praticamente na face praial. Este estágio tende a prevalecer em praias fortemente compartimentadas, em zonas protegidas por promontórios, na presença de material grosso ou após longos períodos de acreção. O estoque sedimentar fica depositado na porção subaérea da praia, com pouca areia depositada na porção subaquosa.

Os estágios **intermediários** representam a transição do reflectivo ao dissipativo, ou vice-versa, da condição da baixa a alta energia de onda. São mais freqüentes em praias expostas com ondas moderadamente altas e areias médias (CALLIARI *et al.*, 1998). Podem conter um ou mais bancos, longitudinais, rítmicos ou transversais. Estes estágios podem apresentar uma variabilidade ao longo da linha de costa gerada pela alternância entre correntes de retorno e bancos, sendo responsáveis por erosão localizada, junto ao embaçamento (SHORT, 1999). Dunas frontais podem ser curtas à bem desenvolvidas geradas principalmente por processos de *overwash*, apresentando maior estabilidade do que dunas de praias dissipativas (SHORT & HESP, 1982).

Os estágios **intermediários barra - cava longitudinal (LBT)** e **banco e praia rítmicos (RBB)**, podem se desenvolver a partir de um perfil dissipativo numa seqüência acrescional. No primeiro as correntes longitudinais à costa transportam sedimentos colocados em suspensão pelas ondas incidentes, podendo move-los vários quilômetros através do processo conhecido como deriva litorânea. Em praias interrompidas por obstáculos, tais efeitos são claramente notados. No segundo predominam correntes de retorno, caracterizadas por fluxos estreitos, posicionado normal ou obliquamente em relação à costa (KOMAR, 1976), formando células de circulação e cúspides praiais.

O estágio **intermediário barra transversal e rip (TBR)**, propicia o desenvolvimento de correntes de retorno, principalmente quando as extremidades dos bancos se soldam a porção subaérea da praia (CALLIARI *et al.*, 1998.). Esse estágio representa a máxima segregação lateral de fluxo. Em praias intermediárias, feições típicas como cúspides e megacúspides são formadas na face praial pelo espriamento.

O estágio **intermediário crista canal - terraço de maré baixa (LTT)** é o tipo de praia intermediária com menor nível de energia, desenvolvendo-se em porções protegidas de longas praias, as chamadas zonas de sombra, em enseadas moderadamente abrigadas, ou em regiões mais expostas, mas onde a areia é fina. Caracteriza-se por uma face praial relativamente íngreme, o qual é conectada no nível de baixamar a um terraço plano ou barra.

A tabela abaixo demonstra os principais estágios morfodinâmicos, com características hidrodinâmicas, morfológicas e granulométricas de cada estágio.

Tabela 1. Parâmetros e características típicas de cada tipo de praia segundo SHORT *et al.* (2000) (Fonte: TORRONTÉGUY, 2002).

Tipo de praia	Reflectiva	Intermediária	Dissipativa
Tipo de arrebentação	Ascendente e/ ou mergulhante	Mergulhante e/ou deslizante	Deslizante
Número de ondas na zona de surfe	1	1 a 3	>3
Correntes de retorno na zona de surfe	Ausentes e/ou efêmeras	comuns	raras
Declividade	>4 graus	2 a 6 graus	< 2 graus
Cúspides praias	pequenas	megacúspides	raras
Areias	médias e/ou grossas	finas e/ou médias	finas
σY_b	baixo (<10m)	alto (>10m)	baixo (<10m)
CV%	baixo (<10)	moderado (10 a 50)	alto (>50)

σY_b – índice de mobilidade do pós-praia (em metros); CV% - Coeficiente de variação da linha de costa (em porcentagem).

Através do parâmetro empírico adimensional ômega, $\Omega = H_b/W_s \times T$, WRIGHT & SHORT (1984) relacionaram quantitativamente variáveis envolvidas no condicionamento morfodinâmico de praias de moderada a alta energia de onda, em ambientes de micromaré. As variáveis envolvidas são altura da arrebentação (H_b), velocidade de sedimentação das partículas sedimentares (W_s) e período da onda (T).

O significado físico das relações entre altura e período de onda e a velocidade de sedimentação das partículas foi primeiramente investigado por DEAN (1973). O valor do ômega indica, ou não, se um grão de areia, colocado em suspensão pela passagem de uma onda, pode chegar ao fundo durante o tempo em que o deslocamento resultante, devido a velocidade horizontal da partícula d'água, é em direção a praia (CALLIARI *et al.*, 1998).

Valores médios de Ω foram sugeridos por WRIGHT *et al.* (1985). Uma praia pode ser considerada dissipativa quando há altos valores de Ω (>6), reflectiva quando os valores de Ω são baixos ($\Omega < 1$) e intermediária quando valores de Ω oscilarem entre 1 e 6. A figura 3 indica uma relação de equilíbrio entre o estado da praia e o parâmetro Ω .

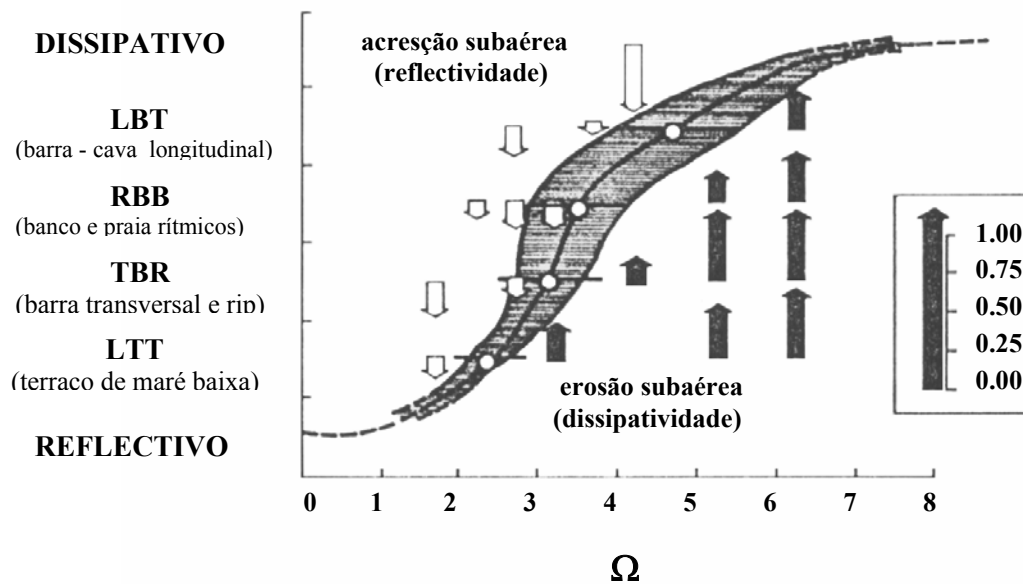


Figura 3. Relação de equilíbrio entre o estado da praia e o parâmetro Ω (Modificado de WRIGHT *et al.* (1985).

Podemos verificar na figura 3, a combinação entre o estado instantâneo da praia e o parâmetro Ω . As setas do lado direito e abaixo da faixa central de equilíbrio indicam erosão no estoque sedimentar subaéreo da praia, com estabelecimento de estados mais dissipativos, enquanto que à esquerda e acima demonstram acresção no estoque sedimentar e tendência ao estado reflectivo (WRIGHT *et al.*, 1985). As setas são proporcionais a taxa de mudança. Nota-se que as maiores taxas de erosão e acresção subaérea são maiores conforme cresce o valor de Ω .

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1. Localização geográfica

O arco praial Pântano do Sul - Açores localiza-se no sul da ilha de Santa Catarina (27°47'00''S, 48°30'24''W e 27°47'26.5''S, 48°31'51.7''W) (figura 4), possuindo forma parabólica com 3.920 metros de comprimento, estando delimitado pelos promontórios rochosos da ponta do Marisco, à nordeste, e da ponta da Costa de Dentro, à sudoeste. O acesso a praia é realizado através da rodovia SC406.

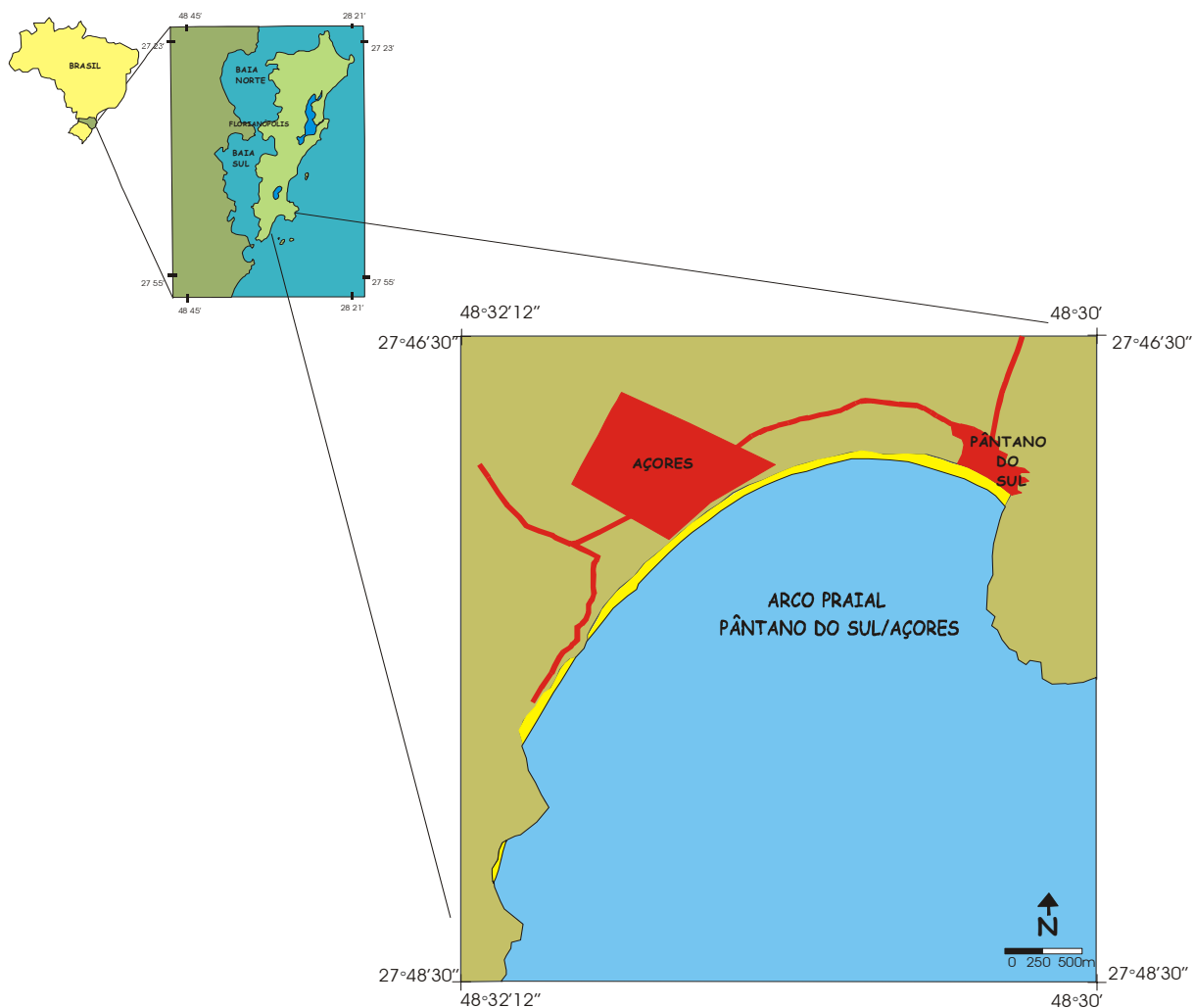


Figura 4. Mapa de localização da área de estudo.

O balneário de Pântano do Sul localiza-se no setor nordeste do arco praial, numa área abrigada das ondulações. A principal atividade econômica da população é a pesca artesanal (foto 1). Com o incremento das atividades turísticas foram instalados bares e restaurantes próximos ao mar, sendo a linha de costa utilizada também por veículos.



Foto 1. Vista da porção nordeste da área de estudo.

O balneário de Açores situa-se na porção sudoeste do arco praial. Do setor central em direção à sudoeste, a praia torna-se mais exposta às ondulações dominantes (foto 2), sendo o principal uso desta praia, o turismo de lazer. Este balneário possui plano urbanístico, preservando em parte as dunas frontais.



Foto 2. Vista da porção sudoeste da área de estudo.

4.2. Geologia e geomorfologia regional

A costa sudeste do Brasil, entre Cabo Frio (RJ) e Farol de Santa Marta (SC), é marcada pela presença das serras do Mar e do Leste Catarinense, cujas escarpas atingem o oceano Atlântico, constituindo promontórios rochosos, costões e ilhas, que se alternam com reentrâncias, onde ocorrem pequenas planícies costeiras de idade geralmente quaternária (VILLWOCK, 1994).

A ilha de Santa Catarina (foto 3) é constituída por maciços rochosos graníticos e rochas vulcânicas ácidas, cortadas por diques básicos, unidos por áreas planas de sedimentação costeira.



Foto 3. Vista da ilha de Santa Catarina, com o arco praial Pântano do Sul – Açores em primeiro plano.

As elevações dos maciços rochosos são condicionados pela dinâmica global, sendo estas representadas pelo Granitóide Paulo Lopes, Granitóide São Pedro de Alcântara, Granito Ilha, Granito Itacorubi e Riólito Cambirela, intrudidos por diques de diabásio (SCHEIBE & TEIXEIRA, 1970; CARUSO JR., 1993) e parcialmente recobertos pelo sistema deposicional continental. Os maciços encaixam-se no contexto do soerguimento das serras do Leste Catarinense, apresentando geralmente aspecto de crista, devido à sua posição alongada e ao acentuado declive nas encostas, com sentido predominante NNE e SSW (CECCA, 1996). O sistema deposicional continental abrange fácies formadas junto ao embasamento cristalino, a partir de processos gravitacionais ligados a fluxos torrenciais e associados a fatores paleoclimáticos, sendo composto por depósitos coluvial e leque aluvial, estes podendo avançar sobre as áreas planas de sedimentação costeira.

As áreas planas de sedimentação costeira, relacionadas à dinâmica costeira, são compostas pelo sistema deposicional transicional (HORN FILHO, 2004). Estas áreas estão associadas à movimentos transgressivos e regressivos do nível marinho ocorridos basicamente durante o Quaternário (CARUSO JR., 1993). São compostas por depósitos marinho praial, eólico, lagunar e paludial de idade quaternária. Na forma de dunas, terraços, manguezais e praias. As praias arenosas representam 50,5% (88km) do perímetro total da ilha de Santa Catarina, estando intercaladas entre promontórios e pontais rochosos predominantemente graníticos (HORN FILHO *et al.*, 2000).

A plataforma continental adjacente a área de estudo faz parte da plataforma continental de Florianópolis, situada no limite entre as bacias sedimentares de Santos, situada ao norte, e de Pelotas, à sul. A plataforma continental de Florianópolis situa-se entre as latitudes de 27°S (Porto Belo) e 28,5°S (Farol de Santa Marta), coincidindo com o prolongamento de uma grande zona transversal de fraturamento oceânico, relacionado a uma antiga zona de fraqueza, palco de vulcanismo intenso durante os estágios iniciais da abertura do Atlântico Sul (GONÇALVES *et al.*, 1979) sendo composta por ilhas, parcéis e sistemas deposicionais.

As sedimentações na plataforma de Florianópolis e na bacia de Pelotas foram muito semelhantes (CARUSO JR., 1993), principalmente após o Aptiano, quando iniciou-se uma franca comunicação entre as bacias de Santos e Pelotas. CORRÊA *et al.* (1996) identificaram 7 fácies texturais ao longo destas áreas, sendo estas: arenosa, areno-síltica, arano-argilosa, síltico-argilosa, síltico-arenosa, síltico-argilosa, argilo-síltica e areno-síltico-argilosa.

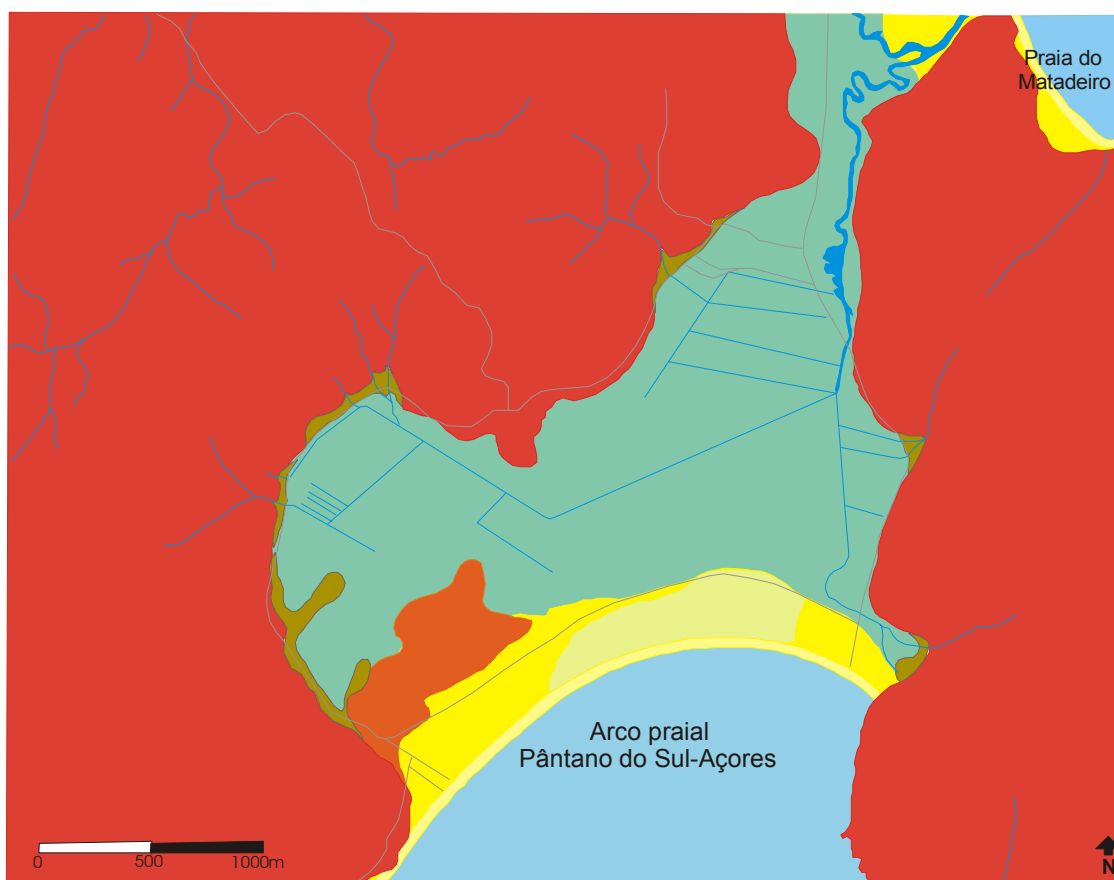
Segundo CORRÊA & VILLWOCK (1996), as areias que ocorrem na plataforma continental sul-brasileira são predominantemente quartzosas, com granulometria oscilando entre areias finas à médias, com características similares às aquelas encontradas em planícies costeiras e praias, visto que durante o Quaternário o nível do mar já esteve a 120m abaixo do atual.

4.2.1. Planície costeira do Pântano do Sul

A planície costeira do Pântano do Sul é formada pelos sistemas deposicionais continental e transicional, que encontram-se cercados pelo embasamento cristalino Indiferenciado.

O embasamento cristalino Indiferenciado é composto por rochas do Granito Ilha e Riolo Cambirela, intrudidas por diques de diabásio. O sistema deposicional continental é composto pelo depósito coluvial e de leque aluvial do Quaternário Indiferenciado. O sistema deposicional transicional é composto por depósitos marinho praial recoberto por depósito eólico do Pleistoceno Superior, marinho praial recoberto por depósito eólico, lagunar e marinho praial do Holoceno (figura 5).

A figura 4 apresenta um mapa geológico da planície costeira do Pântano do Sul, obtido através de uma base cartográfica 1:10.000, sendo subdividido segundo a coluna estratigráfica encontrada, descrita à seguir.



LEGENDA

- Depósito marinho praial do Holoceno-recente
- Depósito eólico do Holoceno
- Depósito lagunar e fluvio-lagunar do Holoceno
- Depósito marinho praial do Holoceno
- Depósito marinho praial do Pleistoceno superior
- Depósito coluvial e de leque aluvial do Quaternário indiferenciado
- Embasamento cristalino indiferenciado
- Oceano Atlântico
- Rede hidrográfica
- Rede rodoviária

Figura 5. Mapa geológico da planície costeira do Pântano do Sul.

4.2.1.1. Embasamento cristalino Indiferenciado

Riolito Cambirela - Rochas vulcânicas ácidas ocorrem principalmente à leste da área. São constituídas por tufos e lapilli tufos ignibíticos, intercalados a finos derrames de riolito fluidal. Essas rochas são constituídas basicamente de cristaloclastos de quartzo, K-feldspato e plagioclásio. Possuem idade isocrônica de $552 \pm 17\text{Ma}$ (BASEI, 1985).

Granito Ilha - Maciços constituídos por granito equigranular médio a grosso, de coloração cinza a rósea, com idade isocrônica de $524 \pm 68\text{Ma}$ (BASEI, 1985). Esse granito pode gradar em termos monzoníticos, sienograníticos e, subordinadamente, quartzo monzoníticos e quartzo sieníticos. Diques de riolito, com espessuras métricas a decimétricas ocorrem seccionando as rochas vulcânicas ácidas e também os granitos São encontrados a oeste da área de estudo.

Formação Serra Geral - São encontrados a leste e a oeste da área de estudo junto ao embasamento cristalino. Ocorrem preenchendo fraturas relacionadas à tectônica do estágio de rifteamento dos continentes sul-americano e africano (CARUSO JR., 1993). Constituem na área, um sistema de diques básicos costeiros, de direção preferencial N10°-20°E, com espessuras variadas e idades entre 119Ma e 128Ma. Possuem textura variando de afaníticas até porfiríticas, com cristais de piroxênio e óxidos de Fe-Ti (Ferro - Titânio) envolvidos por plagioclásio tabular fino.

4.2.1.2. Sistema deposicional continental

Depósito coluvial e de leque aluvial do Quaternário Indiferenciado - Representam o sistema deposicional continental, apresentando-se na forma de rampas nas encostas dos morros do embasamento cristalino. Os sedimentos são imaturos e mal selecionados, compostos por areias de granulometria grossa com seixos esparsos e matriz siltico-argilosa (CARUSO JR., 1993). O depósito coluvial ocorre junto ao embasamento cristalino indiferenciado enquanto que o depósito de leque aluvial ocorre no sopé do depósito coluvial.

4.2.1.3. Sistema deposicional transicional

Depósito marinho praiial recoberto por depósito eólico do Pleistoceno Superior -

Ocorre na forma de cordões litorâneos com cerca de 10m de altitude, sendo encontrados próximo ao balneário de Açores. Constituem esse depósito areias de coloração amarronzada, impregnadas por óxido de ferro. São recobertos por depósitos eólicos, mantendo a forma de cristas e cavas. Predominam areias finas quartzozas com cerca de 3% de sedimentos pélicos (GRÉ *et al.*, 1995).

Depósito marinho praiial recoberto por depósito eólico do Holoceno -

Ocorre numa faixa adjacente à linha de costa atual, geralmente na forma de cordões litorâneos, que isolaram corpos lagunares interiores. Próximo a localidade do Pântano do Sul, apresenta forma de terraço. Possuem cerca de 3m de altitude acima do nível do mar atual (GRÉ *et al.*, 1995). Predominam areias finas quartzozas de coloração esbranquiçada, bege claro a amarela, com menor fração de minerais pesados dispostos em camadas plano-paralelas.

Depósito eólico do Holoceno - Predominam neste depósito areias finas quartzosas, bem selecionadas, de coloração esbranquiçada. Nota-se a presença de minerais pesados e opacos com estratificação plano-paralela e cruzada. Este depósito está estruturado sobre os cordões litorâneos holocênicos, apresentando-se na forma de dunas fixas e dunas ativas que podem atingir até 10m de altitude acima do nível médio do mar atual.

Depósito lagunar e fluvio-lagunar do Holoceno - Feição que representa a superfície deposicional mais característica da planície costeira, inclusive dando nome ao local. CARUSO JR. (1993) os designou de depósitos transicionais lagunares pelo fato de adquirirem aspectos lagunares a partir da inundação e erosão de depósitos arenosos marinhos, em função da oscilação do nível relativo do mar. A posterior colmatação resultou em depósitos arenosos marinhos capeados por sedimentação mais fina, basicamente areno-siltosa, oriunda do estágio lagunar. Ocorrem na forma de um terraço com cerca de 2m acima do nível do mar atual (GRÉ *et al.*, 1995). O depósito fluvio-lagunar é encontrado próximo aos canais de drenagem, como nos cursos do rio do Quincas e do Sangradouro, sendo formado por areias finas à argilas, com alto teor de matéria orgânica.

Depósito marinho praiial do Holoceno-recente - Trata-se da atual linha de costa. Depósito constituído por sedimentos relativamente maduros, basicamente areias de granulação

fina, boa classificação, assimetria aproximadamente simétrica. Os grãos são bem arredondados, possuem boa esfericidade e a textura superficial é predominantemente mamelonada polida (MARTINS *et al.*, 1970). Quanto a mineralogia, é basicamente constituído de areias claras quartzozas e minerais pesados e opacos a base de ilmenita e magnetita.

4.2.2. *Evolução paleogeográfica*

Segundo DUARTE (1981), ocorreram quatro eventos transgressivos do nível relativo do mar na ilha de Santa Catarina durante o Quaternário, sendo que somente os dois últimos eventos, relacionados aos sistemas laguna-barreira III e IV definidos por VILLWOCK *et al.* (1995), preservaram os depósitos na planície costeira do Pântano do Sul. A evolução paleogeográfica da planície costeira do Pântano do Sul, encontrada em GRÉ *et al.* (1995), é descrita de forma sintética à seguir.

Durante o Pleistoceno Superior, a cerca de 120Ka, um evento transgressivo-regressivo do nível relativo do mar originou a formação de um depósito marinho praial, que posteriormente sofreu cobertura eólica, ancorado ao embasamento cristalino Indiferenciado à leste e à oeste da área. A cerca de 5,1Ka, o máximo movimento transgressivo do nível relativo do mar ocorrido durante o Holoceno erodiu parcialmente esse depósito, preservando-o na parte oeste. Neste período, a área hoje ocupada pelo terraço lagunar era conectada ao oceano.

Após dois eventos transgressivo/regressivo do nível marinho, a 5,1/3,6Ka e 3,6/2,5Ka, e um máximo regressivo, a 2,5Ka, uma barreira arenosa isolou o contato entre a laguna e o mar pelo arco Pântano do Sul – Açores, mantendo esta laguna um contato com o mar pela praia da armação, à norte. Entre 2,5Ka e o presente, a laguna passou por um processo de colmatção e na porção central do depósito marinho praial holocênico desenvolveu-se um campo de dunas transgressivas no sentido S-N, que hoje encontra-se parcialmente fixada pela vegetação, definindo a atual configuração da planície costeira.

4.3. Dinâmica costeira

As variações morfológicas ao longo das praias arenosas estão associadas a dinâmica costeira, basicamente a interação entre processos meteorológicos (vento e pressão atmosférica) e oceanográficos (clima de ondas, correntes litorâneas e marés).

Os dados relativos às condições meteorológicas (vento e pressão atmosférica) e do estado do mar (altura, período e incidência de onda) para a ilha de Santa Catarina foram obtidos, abrangendo o período entre agosto de 2002 e 2003, para correlacionar a dinâmica costeira aos resultados obtidos na área de estudo.

Os dados meteorológicos referentes ao período de agosto de 2002 e 2003 foram obtidos com a pesquisadora Olga Cruz, que mede estes parâmetros na praia dos Ingleses. Informações relativas ao estado do mar obtidos pelo ondógrafo em águas profundas entre maio de 2002 e dezembro de 2003 ao largo da ilha de Santa Catarina, foram cedidas pelo Laboratório de Hidráulica Marinha (LAHIMAR – UFSC).

4.3.1. Meteorologia

O sul do Brasil apresenta características meteorológicas controladas pela atuação das massas Polar Marítima e Tropical Marítima do Atlântico, estando inserida na região de clima temperado da categoria subquente (NIMER, 1989). Os ventos predominantes são de norte/nordeste, enquanto os de sul são mais intensos.

A situação normal da circulação atmosférica da região é o domínio de um sistema semi-fixo de alta pressão com ventos de norte/nordeste, juntamente com o efeito local da brisa marinha. Periodicamente, o sistema é perturbado pela passagem de frentes frias originadas pela migração do Anticiclone Polar Móvel sobre a região de sudoeste para nordeste (TRUCOLLO, 1998; MARIOTTI & FRANCO, 2001).

MONTEIRO & FURTADO (1995) citaram e explicaram os principais sistemas atmosféricos das áreas litorâneas do Estado de Santa Catarina. São estes: Frente Polar Atlântica, resultante do encontro das massas Polar Atlântica e Tropical Atlântica, ocasionando a denominada “lestadá”; linhas de Instabilidade Tropical, que ocorrem predominantemente no verão trazendo ventos de oeste e noroeste, geralmente antes da entrada da massa Polar

Atlântica; massa Polar Atlântica, originada em altas latitudes sendo procedida pela frente Polar Atlântica, alcançando o Estado com ventos de sul; massa Tropical Atlântica originada pelo Anticiclone Semifixo Subtropical Atlântico, alcançando o Estado com ventos da direção norte.

Na figura 6 são apresentados diagramas circulares com a direção predominante dos ventos entre agosto de 2002 e 2003.

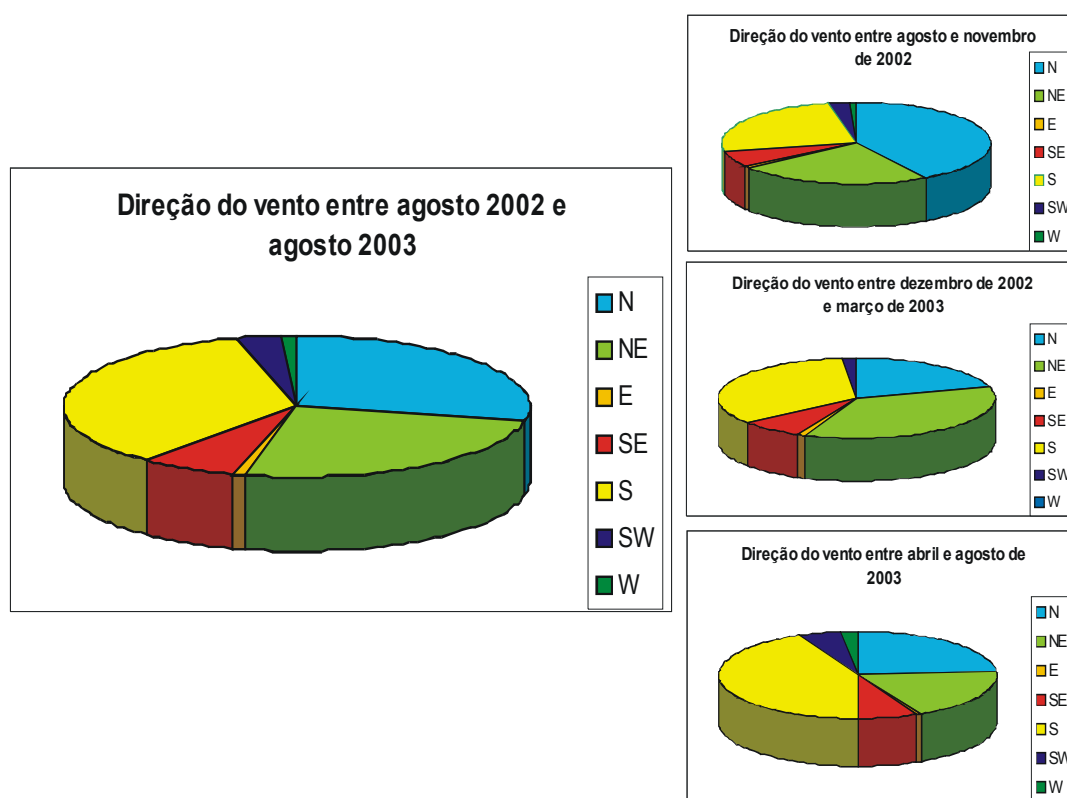


Figura 6. Diagramas circulares, com direção predominante dos ventos na ilha de Santa Catarina, entre agosto de 2002 e 2003 e sazonalmente (Fonte: OLGA CRUZ, *com. pes.*).

Durante o período de estudo predominaram os ventos de norte/nordeste e de sul. Entre agosto e novembro, durante a primavera, predominaram ventos de norte, enquanto que de dezembro a março, durante o verão, ventos de nordeste. O vento sul predominou a partir de abril, durante o outono e inverno. Na figura 7 é possível analisar oscilações na pressão atmosférica ao nível do mar.

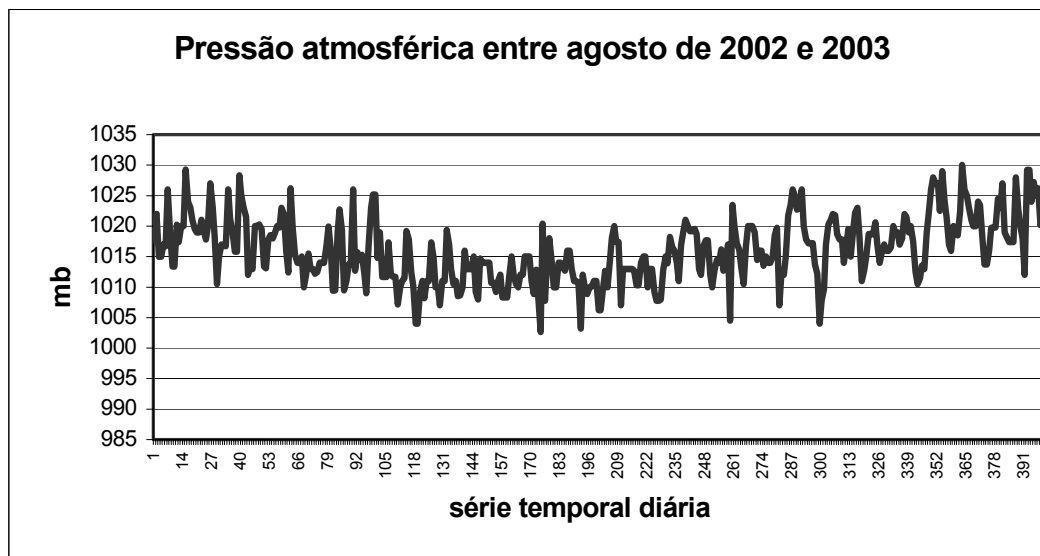


Figura 7. Série temporal diária entre agosto de 2002 e 2003, com dados de pressão atmosférica ao nível do mar, em milibares (Fonte: OLGA CRUZ, *com. pes.*).

O gráfico de pressão atmosférica (figura 6) demonstra valores entre 1002mb e 1030mb, com sucessivos períodos de baixa e alta pressão, decorrentes dos processos atmosféricos dominantes em cada período. Provavelmente cada queda brusca de pressão indica a passagem de uma frente fria sobre a região, indicando a presença destas ao longo de todo ano.

A passagem dos distúrbios atmosféricos podem ser acompanhadas de fortes tempestades, como ocorreu em 01 de setembro de 2002 e 12 de abril de 2003 (figuras 8 e 9). Em latitudes médias estas condições meteorológicas são denominadas de tempestades extratropicais, e representam ondas baroclínicas com escala espacial da ordem de 1.500km associadas a um ciclone (baixa pressão) em superfície (MARONE & CAMARGO, 1994).

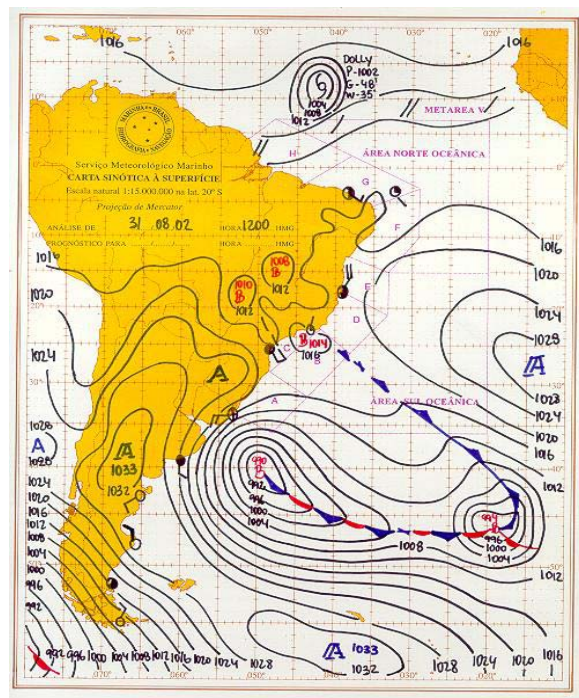


Figura 8. Carta sinótica de um sistema de baixa pressão associado a Massa Polar Atlântica estabelecido sobre o Atlântico Sul no dia 01 de setembro de 2002 (Fonte: CPTEC-INPE).

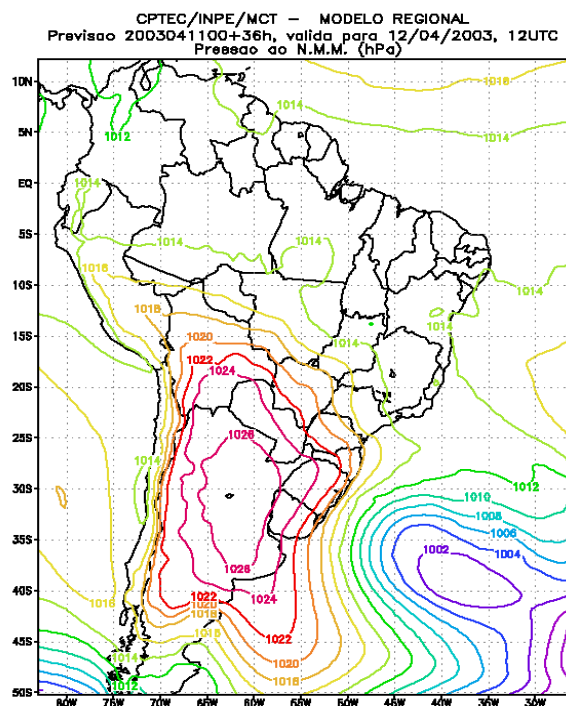


Figura 9. Saída do modelo regional de pressão ao nível do mar caracterizando um sistema de baixa pressão associado a Massa Polar Atlântica estabelecido sobre o Atlântico Sul no dia 12 de abril de 2003 (Fonte: CPTEC-INPE).

4.3.2. Clima de ondas

O conhecimento das características do clima de ondas na região foi possibilitado através da geração de dados do ondógrafo fundeado em águas profundas (figura 10). A implementação do Programa de Informação Costeira (PIC), *on-line*, que disponibiliza os dados ao público, é conduzida pelo Laboratório de Hidráulica Marinha da Universidade Federal de Santa Catarina (LAHIMAR – UFSC).



Figura 10. Mapa da ilha de Santa Catarina, com localização do ondógrafo e base de recepção de dados.

A seguir são apresentadas séries temporais com parâmetros do estado do mar em águas profundas próximo a ilha de Santa Catarina. A figura 11 demonstra, entre maio e agosto de 2002, a variação da altura significativa (azul) e altura máxima (verde) (I), período (laranja) (II) e direção (preto) (III).

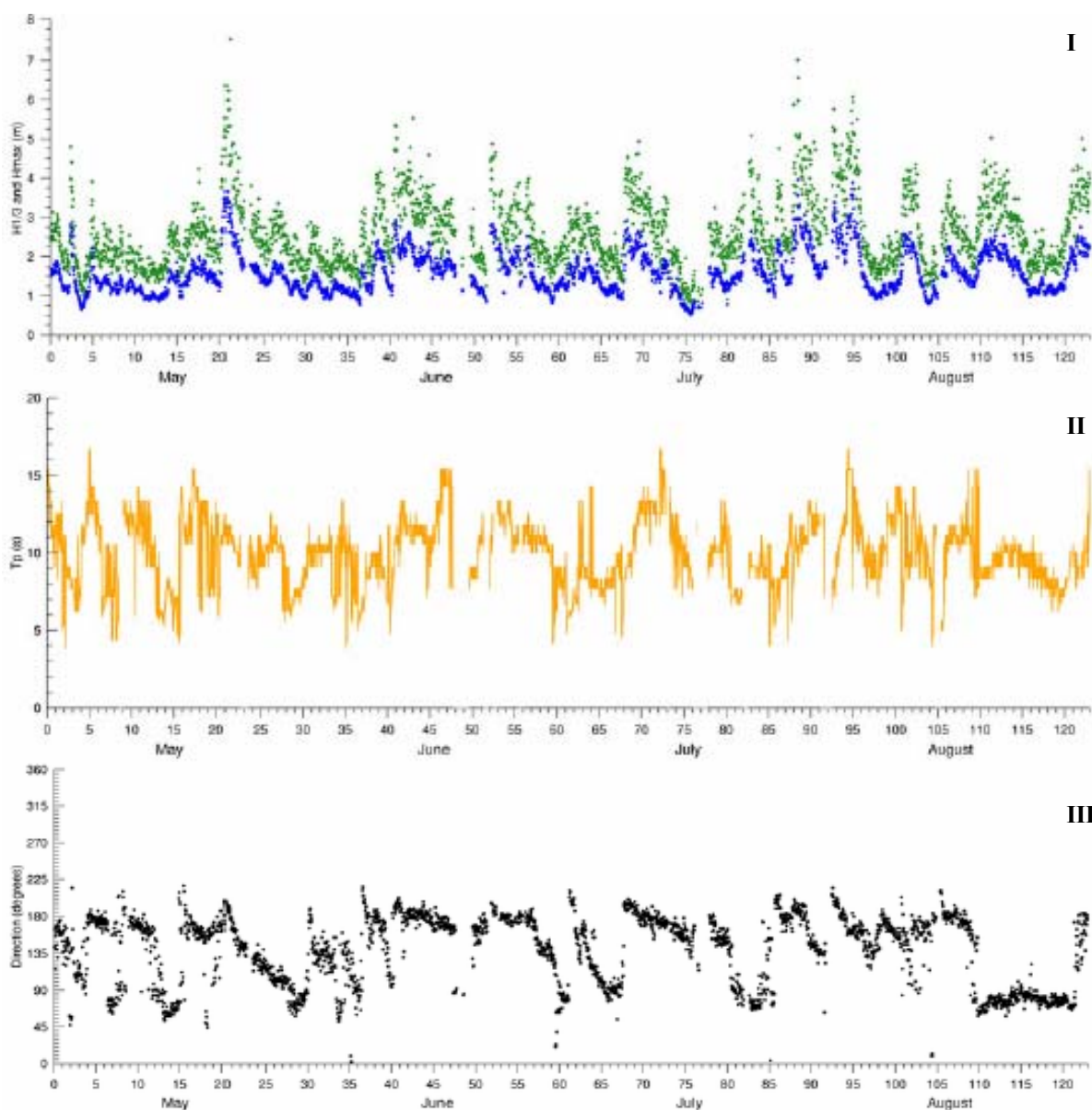


Figura 11. Série temporal de parâmetros do estado do mar (altura significativa e altura máxima (m), período (s) e direção (graus)) obtidos pelo ondógrafo entre maio e agosto de 2002 (Fonte: MELO FILHO *et al.*, 2003).

Na figura 12 é apresentado o seguimento da série temporal com parâmetros do estado do mar, obtidos entre setembro e dezembro de 2002. No final de dezembro o ondógrafo interrompeu o fornecimento de dados devido à problemas operacionais (MELO FILHO *et al.*, 2003).

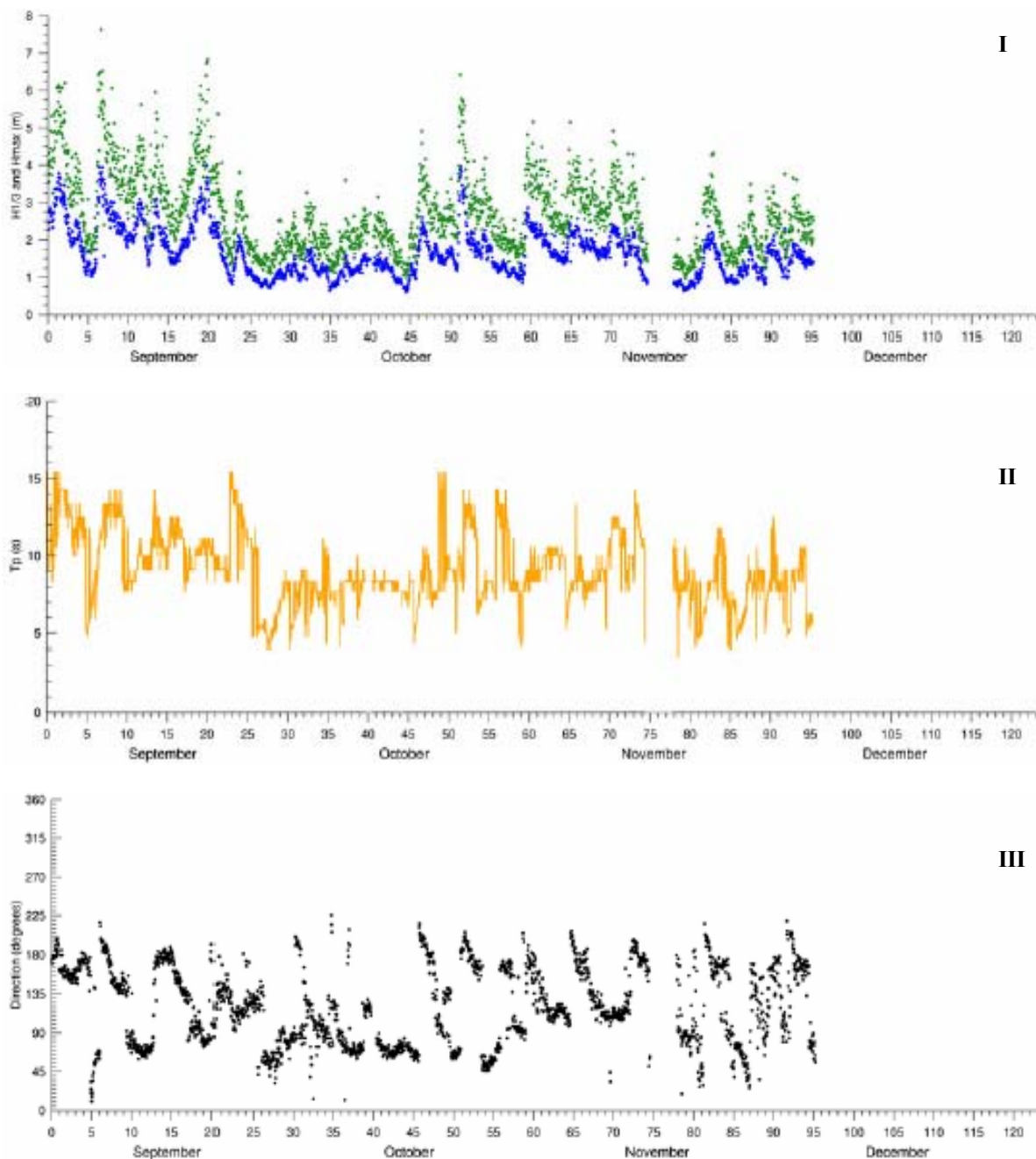


Figura 12. Série temporal de parâmetros do estado do mar (altura significativa e altura máxima (m), período (s) e direção (graus)) obtidos pelo ondógrafo entre setembro e dezembro de 2002 (Fonte: MELO FILHO *et al.*, 2003).

A figura 13 demonstra parâmetros do estado do mar, numa série temporal que abrange todo o ano de 2003, com exceção de parte dos meses de janeiro, abril, maio e dezembro, quando o ondógrafo estava desativado devido a problemas operacionais.

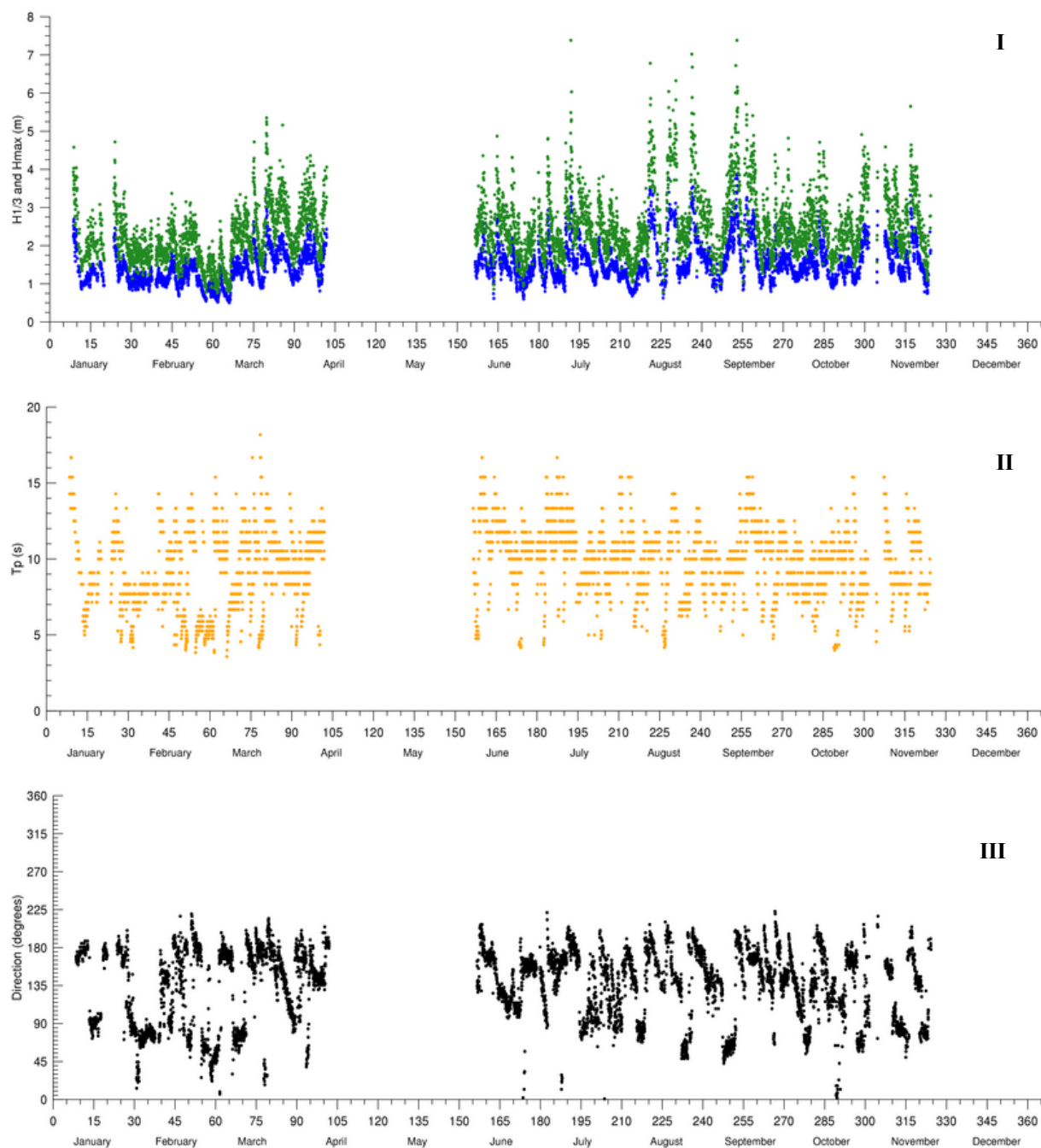


Figura 13. Série temporal de parâmetros do estado do mar (altura significativa e altura máxima (m), período (s) e direção (graus)) obtidos pelo ondógrafo entre janeiro e dezembro de 2003 (Fonte: MELO FILHO, *com. pes.*).

A série temporal demonstra que o clima de ondas oscila entre período de baixa e alta energia de onda. Condições de baixa energia de onda estão associadas a vagas (*sea*), com período de onda curto, geralmente provenientes de leste/nordeste. As condições de alta energia estão associadas à ondulações (*swell*) provenientes da direção sul/sudeste, com períodos de pico acima de 11s e ondas maiores que 4m, podendo ser encontradas em todas as estações do ano (ARAÚJO *et al.*, 2003).

Através da análise de *cluster*, ARAÚJO *et al.* (2003) identificaram diversos agrupamentos no estado do mar ao longo do litoral catarinense, associando tais estados à condições meteorológicas (tabela 2). São estes:

- Longas ondulações (*swell*) de sudeste, com 14,2s, geradas em altas latitudes do oceano Atlântico Sul (**A**).
- Ondulação de sul, com 11,4s, geradas nos litorais uruguaio e gaúcho, associada à passagem de frentes frias (**B**).
- Vagas (*sea*) de leste, com 8,5s, associadas a ventos persistentes de nordeste, associada a massa Tropical Marítima do Atlântico (**C**).
- Curtas vagas de nordeste, com 4,7s, associadas a ventos de curta duração (**D**).
- Vagas de sul, com 6,4s, associadas a ventos de sul/sudoeste, com curta pista de vento (**E**).
- Vagas de sul, associadas a ventos de sul/sudoeste, com período maior que o estado anterior, que ocorrem somente na primavera (**F**).

Tabela 2. Percentual de cada estado do mar ao longo das estações do ano (Fonte: ARAÚJO *et al.*, 2003).

CLUSTER	Primavera	Verão	Outono	Inverno
A	7,7	20,9	18,6	31,6
B	35,5	33,9	37,2	34,7
C	32,1	32,7	22,9	24
D	7,5	5,4	13,1	7,4
E	4,1	7,1	8,2	2,3
F	13,1	-	-	-
Total	100	100	100	100

Ao longo do ano, a ondulação mais comum é a de sul com período em torno de 12s, enquanto que as vagas dominantes são de leste com período de 8s. Através de correlações cruzadas de parâmetros (altura, período e direção), ARAUJO *et al.* (2003) identificaram que durante o outono-inverno as ondulações de sul prevalecem sobre as vagas de leste, no verão há um balanço entre elas e na primavera prevalecem as vagas de leste. O estado do mar na costa catarinense é caracterizado por freqüentes configurações bimodais ondulações-vagas. Estas condições ocorrem mais no verão e menos no inverno, demonstrando uma variação sazonal no clima de ondas.

Quanto à valores médios de altura significativa de onda ao longo das estações do ano (figura 14), na primavera a média encontrada foi de 1,57m, com variação de 0,51m, no verão a média foi de 1,46m, com variação de 0,50m, sendo na primavera-verão de 1,25m a moda da altura significativa encontrada. No outono a média foi de 1,67m, a moda de 1,5m e a variação de 0,49m, enquanto que no inverno a média foi de 1,96m, a moda oscilou entre 1,25m e 2,5m e a variação encontrada foi de 0,67m.

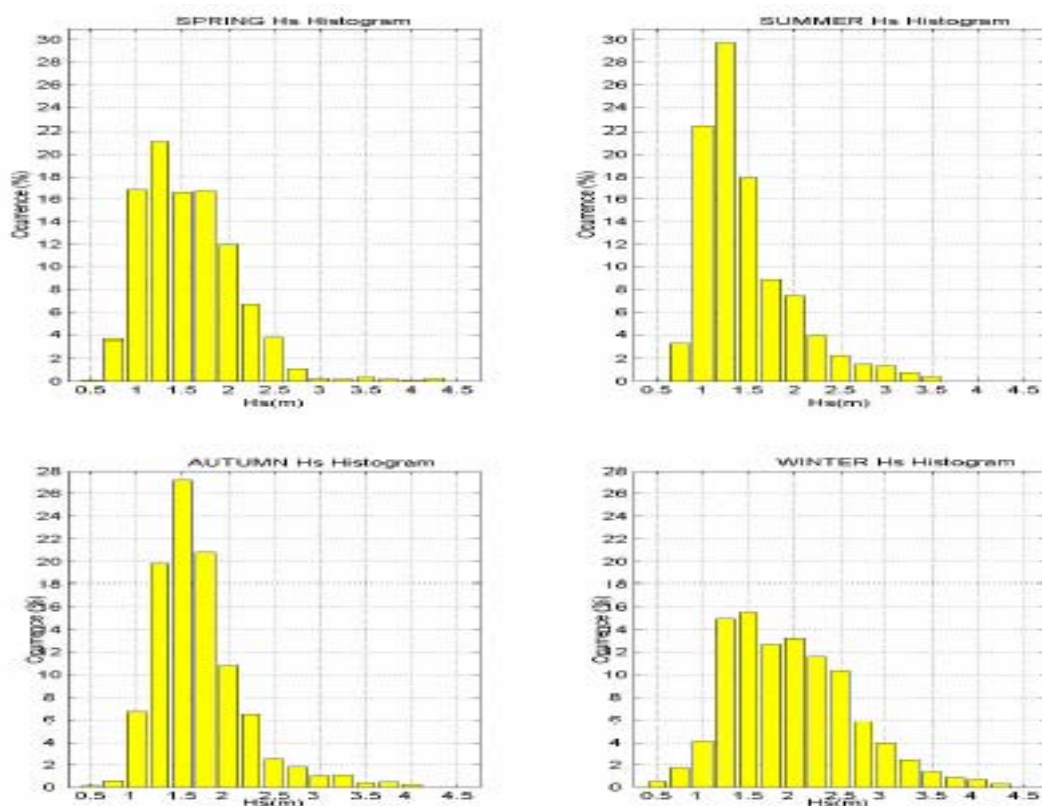


Figura 14. Histogramas com altura significativa das ondas ao longo das estações do ano (Fonte: ARAUJO *et al.*, 2003).

4.3.2.1. Eventos de alta energia de onda

Durante o período de monitoramento do arco praial Pântano do Sul - Açores, dados obtidos em águas profundas indicaram que eventos de alta energia ocorreram com maior frequência no final do inverno de 2002 e outono-inverno de 2003. Em setembro de 2002, duas ondulações de sul foram significativas: A primeira no dia 2 (figura 15) com altura significativa em torno de 4m, altura máxima de 6,2m e período de 15s, e a segunda entre os dias 7 e 9, com altura significativa de 4m, altura máxima de 6,4m e período de 14s.

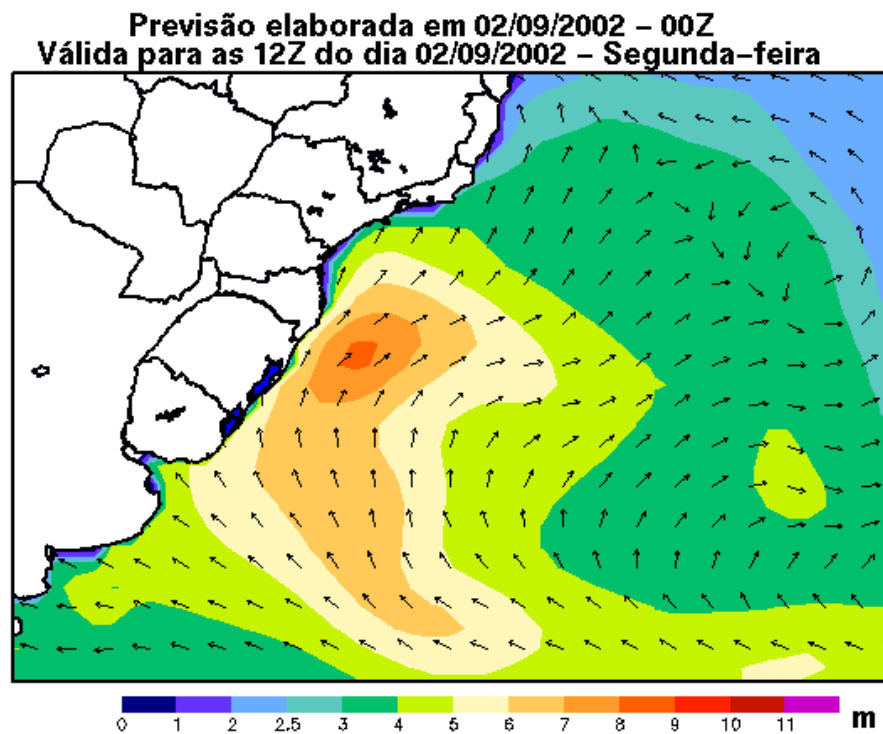


Figura 15. Ondulação de sul na costa catarinense no dia 2 de setembro de 2002 (Fonte: CPTEC-INPE).

Durante o verão, ondulações de sul/sudeste com alta energia de onda ocorreram em 9 de janeiro, 22 de janeiro e 22 de março, tendo com períodos longos e altura significativa em torno de 3m. A partir do início do outono, a entrada das frentes frias passa a ser mais frequente e também as ondulações de sul/sudeste. Nos dias 12 e 13 de abril, um evento de alta energia, associado a um ciclone extratropical, atingiu o litoral catarinense com ondulação de

sul/sudeste de grande amplitude (figura 16), inclusive desprendendo o ondógrafo. A última leitura obtida pelo ondógrafo demonstrou altura significativa de 2,5m e período de 13,5s.

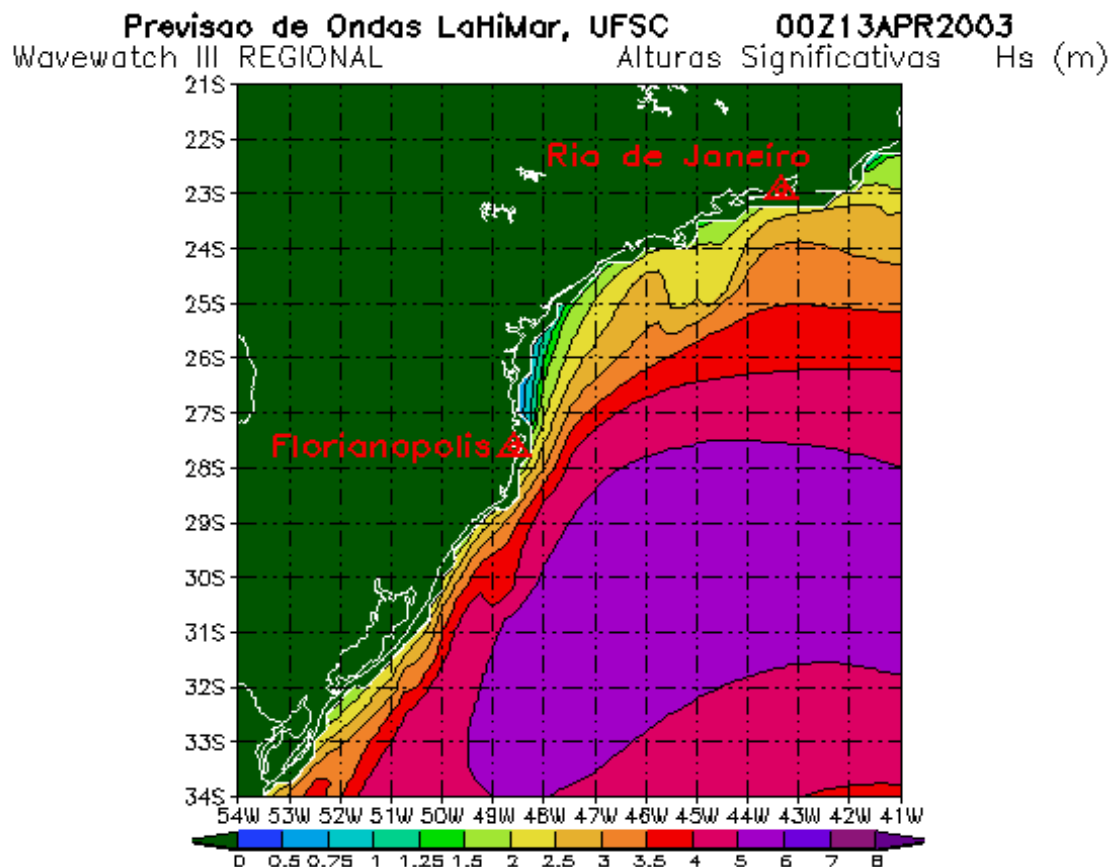


Figura 16. Ondulação de sul na costa catarinense no dia 13 de abril de 2003 (Fonte: LAHIMAR-UFSC).

Durante o inverno, eventos de moderada a alta energia ocorreram em 11 de junho, 12 de julho, 12 de agosto, 18 de agosto e 30 de agosto de 2003. Assim como no ano anterior, novamente a partir da primavera, com aumento dos dias e do calor, as frentes frias passam a ser barradas pela massa de ar quente e seco do Atlântico tropical, diminuindo também a intensidade das ondulações.

4.3.3. Marés

O litoral catarinense apresenta marés do tipo micromaré, com amplitude máxima em 1,4 metros e regime semidiurno. As maiores variações do nível do mar atualmente ocorrem devido a marés meteorológicas definidas por PUGH (1987) como sendo a diferença entre a maré astronômica e a maré realmente observada. Segundo MARIOTTI & FRANCO (2001), há uma resposta do nível do mar com atraso de algumas horas em relação a tensão do vento e de cerca de um dia e meio para a pressão atmosférica.

SIMÓ (2003) identificou a ocorrência de empilhamento de água no litoral catarinense entre 1991 e 2001. Segundo o autor, este fenômeno está associado à fatores atmosféricos, caracterizados pela presença de ciclones extratropicais próximos ao litoral sul do Brasil, e fatores astronômicos, com presença de maré de sizígia, responsáveis pelas maiores amplitudes de maré em todos os episódios registrados.

As marés meteorológicas, na costa sul do Brasil, podem vir acompanhadas de eventos de alta energia de onda, associadas à fortes ondulações provenientes de sul/sudeste, como ocorreu nos dias 2 de setembro de 2002 e 13 de abril de 2003.

4.3.4. Correntes litorâneas

Parte da energia liberada na zona de surfe pelas ondas e marés incidentes formam correntes litorâneas, tanto longitudinais como de retorno (KOMAR, 1976), dependendo basicamente da diferença de altura de onda e do ângulo de incidência das ondas em relação a praia. Correntes longitudinais à costa são geradas pela incidência oblíqua das ondas gerando processos de deriva litorânea. Correntes de retorno (*rip currents*) são fluxos estreitos de circulação, posicionados normal ou obliquamente à costa (KOMAR, 1976). As correntes litorâneas são responsáveis pelo transporte de sedimentos, padrões de sedimentação e morfologia da praia.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A morfodinâmica de praias deve integrar observações morfológicas e dinâmicas numa descrição mais completa e coerente da praia e zona de arrebentação (CALLIARI *et al.*, 1998).

5.1. Monitoramento de perfis praias

Baseado na análise de fotografias aéreas e trabalhos de campo preliminares, foram fixados marcos sobre as dunas frontais em três pontos ao longo do arco praiial, onde foram realizados os perfis transversais à linha de costa (foto 4). O perfil 1 localiza-se próximo a localidade do Pântano do Sul ($27^{\circ}46'52''\text{S}$, $48^{\circ}30'35''\text{W}$) à nordeste do arco praiial (380m do costão nordeste). O perfil 2 situa-se no cordão de dunas ativas no centro da praia ($27^{\circ}46'52''\text{S}$, $48^{\circ}31'05''\text{W}$) (1250m do costão nordeste e 900m do perfil 1). O perfil 3 situa-se próximo ao balneário de Açores ($27^{\circ}47'10''$, $48^{\circ}31'36''\text{W}$), à sudoeste da praia (2250m do costão nordeste e 1050m do perfil 2), numa área caracterizada por cordões litorâneos.



Foto 4 – Foto aérea do arco praiial, de 1994, com localização dos perfis.

Os perfis foram monitorados mensalmente, durante 13 campanhas, entre agosto de 2002 e 2003, obtendo superfícies 2-D segundo o método de nivelamento expedito com nível e estádia descrito por BIRKMEIER (1981). Os perfis estendem-se do topo da duna frontal em direção a porção subaquosa da praia. Foi estabelecido um nível de referência arbitrário (*datum*), obtido em relação ao nível do mar por ocasião de uma maré baixa de sizígia, de acordo com os dados das tábuas de maré da DHN (2002, 2003).

Devido a presença de megacúspides e embaixamentos na praia, um perfil extra foi realizado a 78m à norte/nordeste do perfil 2 para elucidar características morfológicas observadas. Este perfil foi amarrado ao perfil 2, estipulando-se um mesmo marco de referência e *datum* arbitrário, possibilitando comparar a morfologia e estipular a variação no estoque sedimentar entre os dois perfis acima do *datum*.

O processamento dos perfis praias foi realizado no programa computacional ISRP (*Interactive Survey Reduction Program*), idealizado por BIRKMEIER (1985). Através do ISRP, foram obtidas mudanças de volume para distâncias comuns a duas superfícies, calculados em cortes verticais em células de erosão ou acresção. As superfícies dos perfis foram plotadas no programa computacional *EXCEL*.

O volume calculado (V_v), expresso em m^3/m , corresponde à área da seção transversal multiplicada por unidade de largura (1 metro). Foram calculadas variações líquidas de volume, entre duas superfícies, e variações acumuladas de volume, a partir do primeiro dado de volume em agosto de 2002.

A largura média da praia (Y_b) foi media obtida entre as distâncias, em metros, entre o limite das dunas frontais e o mínimo de espraiamento acima do *datum* arbitrário, onde definiu-se o 0,0 momentâneo. O índice de mobilidade do pós-praia (σY_b), representa o valor referente ao desvio padrão da posição média da linha de costa. O coeficiente de variação da linha de costa (CV%), foi obtido através de uma relação entre a largura média e o índice de mobilidade da praia ($CV\% = Y_b / \sigma Y_b$).

Declividade da face praial foi calculada a cada superfície através de dados da planilha de campo. A declividade, em graus, foi obtida através da fórmula $\alpha = \frac{\text{oposto}}{\text{adjacente}}$. O lado oposto corresponde à altura entre o máximo e o mínimo de varrido momentâneo, obtido em campo,

enquanto que o adjacente corresponde a distância entre o máximo e o mínimo do varrido momentâneo.

5.2. Granulometria

Com o objetivo de caracterizar a distribuição granulométrica dos sedimentos praias, foram coletadas três amostras superficiais de sedimento por perfil transversal à linha de costa, na base da duna frontal, pós-praia e face praial, durante a realização das 13 campanhas, totalizando 117 amostras de sedimento, 39 coletadas em cada perfil.

Também foram coletadas 16 amostras, representativas até uma profundidade de 20cm, no pós-praia do arco praial Pântano do Sul – Açores (A1 até A16) e 6 amostras na praia da Solidão (A17 até A22) (foto 5). Estas amostras foram coletadas a partir dos costões situados ao norte de cada praia, com intervalo de 200 em 200m no arco praial Pântano do Sul – Açores e de 100 em 100m na praia da Solidão (tabela 3).



Foto 5. Foto aérea do arco praial, de 1994, com localização das amostras representativas.

Tabela 3. Amostras representativas coletadas entre as praias do Pântano do Sul e da Solidão, com distância a partir dos costões situados à norte de cada praia e as coordenadas.

Amostra	Distância (m)	Latitude (S)	Longitude (W)
A1	0	27° 47' 00''	48° 30' 24''
A2	200	27° 46' 53.7''	48° 30' 29.3''
A3	400	27° 46' 52.7''	48° 30' 39''
A4	600	27° 46' 51.3''	48° 30' 43.5''
A5	800	27° 46' 50.8''	48° 30' 50.6''
A6	1000	27° 46' 50.8''	48° 30' 57.7''
A7	1200	27° 46' 52.4''	48° 31' 04.8''
A8	1400	27° 46' 54.7''	48° 31' 11.5''
A9	1600	27° 46' 57.4''	48° 31' 18''
A10	1800	27° 47' 00.8''	48° 31' 24.3''
A11	2000	27° 47' 04.7''	48° 31' 29.7''
A12	2200	27° 47' 08.8''	48° 31' 35.3''
A13	2400	27° 47' 14.3''	48° 31' 40.3''
A14	2600	27° 47' 18.8''	48° 31' 45.4''
A15	2800	27° 47' 18.8''	48° 31' 45.4''
A16	2900	27° 47' 26.5''	48° 31' 51.7''
A17	50	27° 47' 32.2''	48° 31' 55.9''
A18	150	27° 47' 34.8''	48° 31' 57.8''
A19	250	27° 47' 37.7''	48° 31' 59.5''
A20	350	27° 47' 40.1''	48° 32' 01.8''
A21	450	27° 47' 43''	48° 32' 03.6''
A22	550	27° 47' 46''	48° 32' 04.9''

No total, foram coletadas 139 amostras de sedimento, 117 junto aos perfis de praia, 16 no pós-praia ao longo do arco praial Pântano do Sul - Açores e 6 na praia da Solidão. Cada ponto amostral foi georeferenciado com auxílio de GPS e a distância entre os pontos amostrais do pós-praia obtida com auxílio de uma trena.

A análise granulométrica foi realizada no Laboratório de Sedimentologia da Universidade Federal de Santa Catarina, compreendendo as seguintes etapas: preparação (processamento, lavagem, secagem a 75°C), quarteamento, pesagem e peneiração com $\frac{1}{2}\phi$ (*phi*), segundo a escala de WENTWORTH (1922).

Para realizar o tratamento estatístico das amostras de sedimentos, utilizou-se o programa PANCOM (TOLDO JR. & MEDEIROS, 1986) que manipula os parâmetros granulométricos seguindo os métodos de FOLK & WARD (1957), calculando média

aritmética (Mz), mediana (Md), grau de selecionamento ou desvio padrão (σ), assimetria (Ski) e curtose (Kg) ou grau de agudez dos picos.

O cálculo da velocidade média de sedimentação das partículas sedimentares (W_s), foi realizado segundo a equação proposta por GIBBS *et al.* (1971), onde μ = viscosidade da dinâmica da água, g = aceleração da gravidade ($9,81\text{cm/s}^2$), ρ = densidade da água (g/cm^3), ρ_s é a densidade do grão ($2,65\text{g/cm}^3$ para quartzo) e r é o raio da média do grão de areia (cm).

$$W_s = \frac{-3\mu + [9\mu^2 + gr^2\rho(\rho_s - \rho)(0,015476 + 0,19841r)]^{1/2}}{\rho(0,11607 + 0,14881r)}$$

BABA & KOMAR (1981) forneceram os dados em tabelas calculadas a partir dessa equação, que fornece diretamente valores de W_s conforme o tamanho do grão, em micra, e a temperatura aproximada da água. O valor de W_s deve ser corrigido por W_m a fim de corrigir o efeito do atrito com o fluido causado pelas irregularidades do grão.

$$W_m = 0,761 W_s$$

Para cálculo da velocidade de sedimentação, o diâmetro médio do grão foi convertido de ϕ (ϕ) em milímetros (mm) através da fórmula $d=1/2^\phi$ extraída da fórmula $\phi=-\log_2 d(\text{mm})$ proposta por KRUMBEIN (1936); INMAN (1952) e após de milímetro (mm) para micra (μ). A temperatura da água, utilizada para o cálculo da velocidade de sedimentação da partícula (W_s) foi obtida no *website* <http://www.lahimar.ufsc.br>.

5.3. Características de onda

As características das ondas no arco praial foi realizada através da observação visual à cada perfil durante os trabalhos de campo. Foram observadas a altura e o período de onda. A metodologia de observação visual utilizada seguiu o projeto “Sentinelas do Mar” (MELO FILHO, 1991).

A altura significativa da arrebentação (Hb) foi definida, em metros, como sendo a média de $\frac{1}{3}$ das maiores ondas medidas em um período de 20 minutos. O período de pico (T) foi medido, em segundos, entre a passagem de duas cristas de onda num mesmo local. Foram medidos cinco períodos de pico, de onde foi extraído uma média.

Devido à limitações do método de observação visual, principalmente na obtenção do período, no mesmo dia da realização dos trabalhos de campo, o *website* <http://www.lahimar.ufsc.br> foi consultado para obter os dados de altura significativa, período e incidência de ondas medidas pelo ondógrafo em águas profundas.

5.4. Classificação morfodinâmica

A classificação morfodinâmica utilizada neste trabalho foi baseada no modelo sequencial de evolução morfológica, para praias compostas por um só banco, criado pela escola australiana de geomorfologia costeira. Parâmetros morfométricos e adimensionais sugeridos por SHORT & HESP (1982) foram calculados afim de relacionar o arco praial aos estados morfodinâmicos propostos por WRIGHT & SHORT (1984). São estes: Largura média da praia (Yb), índice de mobilidade do pós-praia (σYb), coeficiente de variação da linha de costa (CV%), declividade da face praial, variação de volume (Vv), diâmetro médio do grão (Mz), velocidade de sedimentação das partículas sedimentares (Ws), altura da arrebentação de onda (Hb), período de onda (T), descritos anteriormente, e o parâmetro ômega (Ω).

O parâmetro empírico adimensional ômega (Ω) relaciona o estado morfodinâmico de praias às características das ondas incidentes e dos sedimentos, sendo obtido através da seguinte equação:

$$\Omega = Hb/Ws \times T$$

Hb = altura da arrebentação, em metros;

Ws = velocidade de sedimentação das partículas, em centímetros por segundo

T = período de onda, em segundos.

Para o cálculo do parâmetro adimensional ω , a altura da arrebentação de onda (H_b) obtida em campo foi mantida para a classificação morfodinâmica da praia, mas o período de onda (T) foi substituído pelos dados do ondógrafo, pois segundo a teoria linear, o período entre águas profundas e águas rasas é igual. Quando o ondógrafo não estava em funcionamento, foi calculada uma média dos dados obtidos em campo.

O cálculo do ω deve ser feito à cada saída e o estado morfodinâmico da praia deve ser calculado através de uma média entre todos os valores de ω momentâneos obtidos. WRIGHT *et al.* (1985) salientaram que muitas vezes, os valores obtidos podem ser diferentes e não representarem o estágio momentâneo da praia, que podem estar em desequilíbrio com as condições hidrodinâmicas vigentes.

5.5. Fotointerpretação

A fotointerpretação serviu como auxílio à esta pesquisa, sendo utilizada em todas as fases deste trabalho. Foi aplicada a fotointerpretação para definir a localização dos perfis de praia, na fase inicial da pesquisa, e com objetivo de determinar indicadores morfodinâmicos da praia, como características da zona de surfe, incluindo correntes de retorno, presença de cúspides praias na porção subaérea da praia, largura da zona de surfe e a distribuição destas características ao longo do arco praial, além da entrada dos trens de onda e processos de refração e difração, já na fase final da pesquisa.

Fotografias aéreas de 1938 (1:20.000), 1957 (1:25.000), 1978 (1:25.000), 1994 (1:25.000), 2000 (1:20.000) e 2002 (1:8.000) foram obtidas na Secretaria do Desenvolvimento Econômico, Científico e Tecnológico e no Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF).

6. RESULTADOS

6.1. Morfologia e variação no estoque sedimentar subaéreo da praia

Neste subcapítulo serão apresentados os resultados específicos dos perfis de praia ao longo da área de estudo e, posteriormente, uma abordagem comparativa.

6.1.1. Perfil 1

O perfil 1 situa-se à nordeste do arco praial, próximo a localidade do Pântano do Sul. Neste setor ocorrem cordões litorâneos e dunas frontais, havendo desenvolvimento de dunas embrionárias em períodos de acresção sedimentar e escarpas na duna frontal após períodos erosivos. Este trecho do arco praial é o que apresenta maior densidade urbana, estruturada sobre as dunas frontais (foto 6).



Foto 6. Vista para leste da localidade do Pântano do Sul, a partir do perfil 1, com embasamento cristalino em segundo plano (17/05/2003).

A tabela 4 apresenta valores referentes a largura da praia subaérea, a variação na largura da praia, a declividade da face praial e a variação de volume subaéreo líquido, entre duas superfícies consecutivas, e acumulado, a partir da primeira superfície, obtidos no perfil 1 (acima do *datum*) entre agosto de 2002 e 2003.

Tabela 4. Parâmetros morfométricos obtidos no perfil 1.

Data	Largura da praia (m)	Variação na largura da praia (m)	Declividade (°)	Vv. líquido (m ³ /m)	Vv. acumulado (m ³ /m)
17/08/2002	50,17	0	1,18	0	0
16/09/2002	73,31	23,14	2,79	-4,56	-4,56
16/10/2002	46,61	-26,70	0,75	-2,81	-7,37
15/11/2002	49,20	2,59	2,86	-0,45	-7,82
18/12/2002	52,75	3,55	3,71	3,94	-3,88
15/01/2003	51,44	-1,31	4,09	2,33	-1,55
14/02/2003	58,90	7,46	3,42	8,01	6,46
29/03/2003	58,92	0,02	2,30	-0,85	5,61
14/04/2003	60,84	1,92	1,66	-8,79	-3,18
17/05/2003	53,38	-7,46	2,07	-4,42	-7,60
13/06/2003	46,05	-7,33	1,16	-6,38	-13,98
15/07/2003	55,91	9,86	2,51	5,77	-8,21
22/08/2003	50,95	-4,96	2,45	3,04	-5,17

A largura da praia oscilou entre 46,61m e 73,31m, tendo o perfil maiores larguras em setembro de 2002 e abril de 2003 e menores larguras em outubro e novembro de 2002 e junho de 2003. Quanto a declividade da face praial, o perfil apresentou valores entre 0,75° em outubro de 2002 e 4,09° em janeiro de 2003. Durante o período de monitoramento, o perfil apresentou variações positivas e negativas no estoque sedimentar, apresentando déficit final de -5,17m³/m.

Quanto a variação no volume de sedimentos subaéreo do perfil praial, a maior variação positiva entre um mês e outro (volume líquido) foi encontrada entre janeiro e fevereiro de 2003 (+8,01m³/m), enquanto que a maior variação negativa ocorreu entre março e abril de 2003 (-8,79m³/m). O período de maior acresção do perfil 1 foi encontrado na sétima campanha (fevereiro de 2003), mês da maior variação positiva, e o período onde a praia obteve menor volume de sedimentos subaéreo ocorreu na décima primeira campanha (junho de 2003) após quatro campanhas seguidas com déficit sedimentar (figura 17).

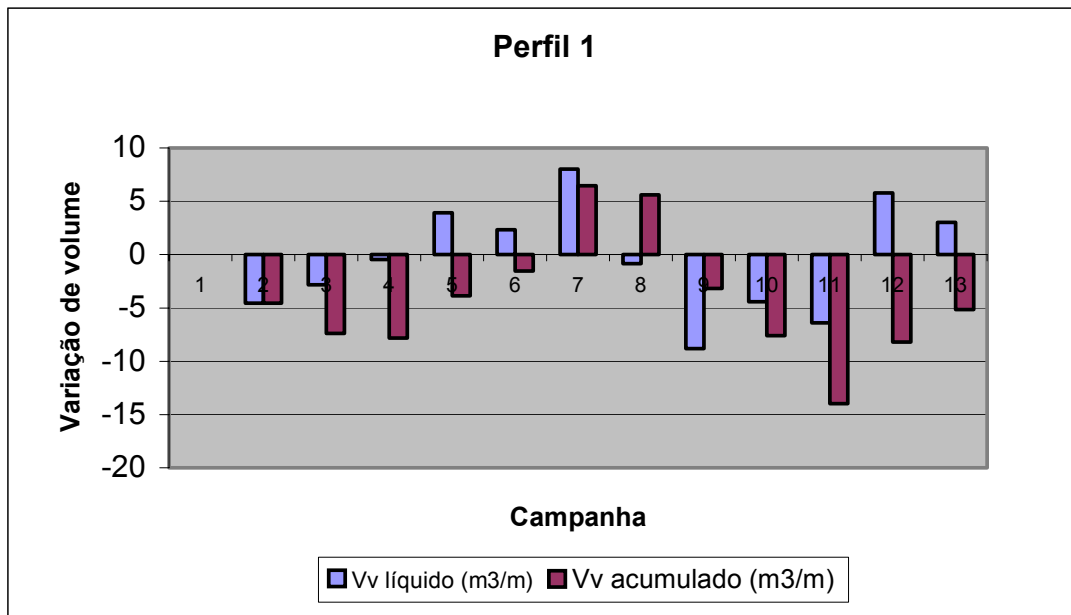


Figura 17. Gráfico com variação de volume líquido e acumulado entre agosto de 2002 e 2003, referentes ao perfil 1.

Na figura 17 observa-se períodos de erosão e acreção alternados, com erosão nos meses de setembro, outubro, novembro de 2002 e março, abril, maio e junho de 2003, e períodos de acreção em dezembro de 2002, janeiro, fevereiro, julho e agosto de 2003. Em relação a variação de volume acumulado, pode-se observar que a praia perdeu sedimentos até novembro de 2002, quando começou a recuperar, chegando a seu máximo acréscimo em fevereiro de 2003. A partir de abril, a praia novamente começou a perder sedimentos, chegando a seu maior déficit sedimentar em junho de 2003.

A morfologia do perfil 1 indica uma praia relativamente plana, cuja variação morfológica ocorre principalmente na berma e face praial e secundariamente na duna frontal, principalmente nas dunas embrionárias (figura 18).

A praia apresentou maior declividade na face praial com o desenvolvimento da berma, como ocorreu em 15/01/2003 e 14/02/2003 com declividade oscilando entre 3,42° e 4,09° na face da praia. Durante períodos onde a berma foi erodida, como em 14/04/2003 e 13/06/2003, a praia se torna mais plana com declividade variando entre 1,16° e 1,66° na face da praia (figura 19).

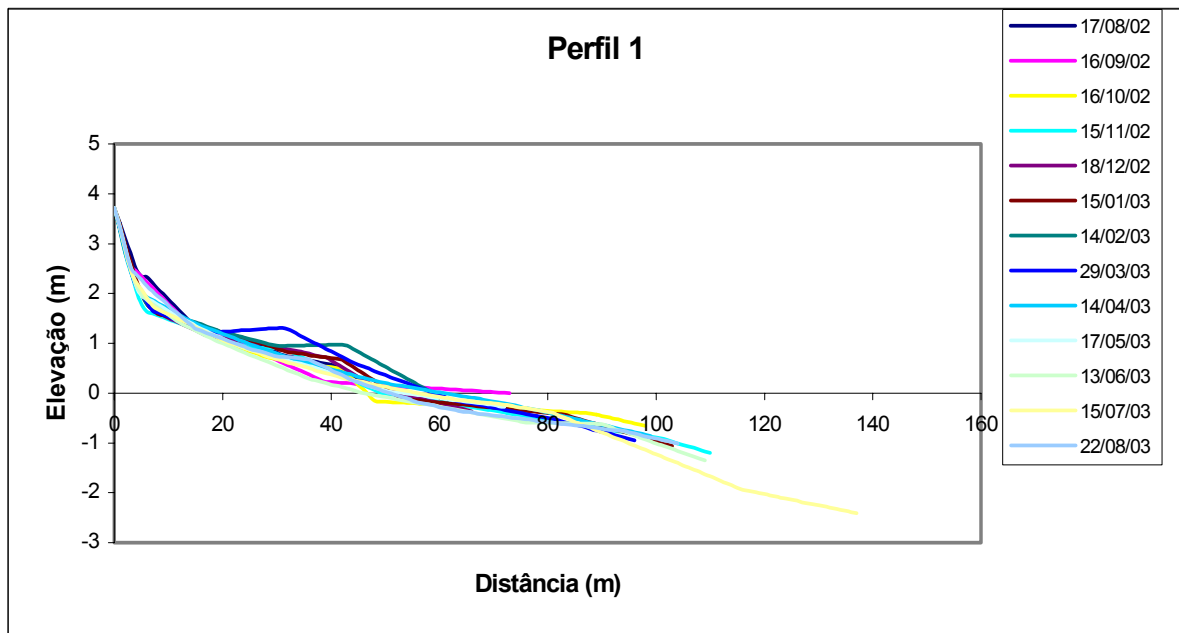


Figura 18. Morfologia praial observada no perfil 1 (orientação N15).

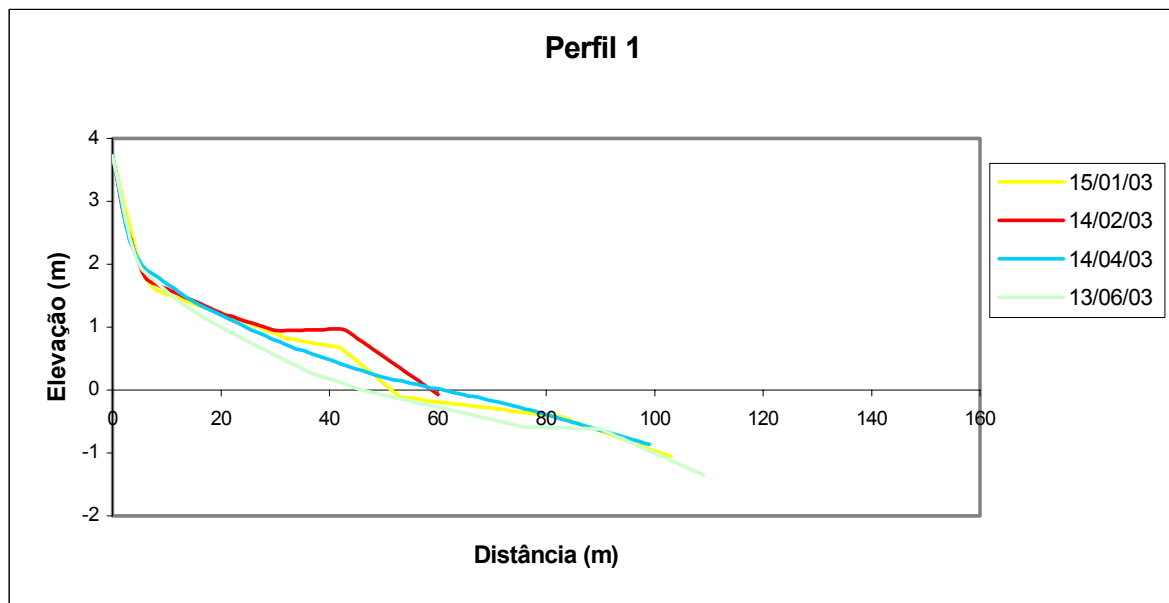


Figura 19. Estágios erosivos e acrescivos encontrados no perfil 1 (orientação N15).

6.1.2. Perfil 2

O perfil 2 situa-se na porção central do arco praial, onde ocorrem depósitos eólicos estruturados sobre cordões litorâneos holocênicos na planície costeira (foto 7). As dunas frontais apresentam-se escarpadas pela ação marinha, não ocorrendo desenvolvimento de dunas embrionárias durante o período monitorado.



Foto 7. Vista para sul do perfil 2, a partir do depósito eólico holocênico (15/11/2002).

A tabela 5 apresenta valores referentes a largura da praia subaérea, a variação na largura da praia, a declividade da face praial e a variação de volume subaéreo líquido entre

duas superfícies consecutivas e acumulado a partir da primeira superfície, obtidos no perfil 2 (acima do *datum*) entre agosto de 2002 e 2003.

Tabela 5. Parâmetros morfométricos obtidos no perfil 2.

Data	Largura da praia (m)	Variação na largura da praia (m)	Declividade (°)	Vv. líquido (m ³ /m)	Vv. acumulado (m ³ /m)
17/08/2002	35,79	0	3,94	0	0
16/09/2002	25,04	-10,75	6,29	-9,32	-9,32
16/10/2002	34,83	9,79	6,07	8,04	-1,28
15/11/2002	35,16	0,33	3,33	3,58	2,30
18/12/2002	40,78	5,62	3,43	2,12	4,42
15/01/2003	42,44	1,66	7,92	5,60	10,02
14/02/2003	43,19	0,75	5,02	0,93	10,95
29/03/2003	46,52	3,33	2,36	3,58	14,53
14/04/2003	43,60	-2,92	2,94	-6,38	8,15
17/05/2003	42,24	-1,36	5,99	1,97	10,12
13/06/2003	46,60	4,36	2,67	2,27	12,39
15/07/2003	43,45	-3,15	1,50	-1,59	10,80
22/08/2003	44,30	0,85	3,51	7,43	18,23

A largura da praia oscilou entre 25,04m e 46,52m, tendo maiores larguras em março e junho de 2003 e menor largura em setembro de 2002. A declividade oscilou entre 7,92° em janeiro de 2003 e 1,50° em julho de 2003. Durante o monitoramento praiar, houve predomínio de períodos acrescivos, tendo o perfil 2, no final de 13 campanhas, um ganho de 18,23m³/m no volume de sedimentos subaéreos.

Quanto a variação de volume subaéreo mensal, a maior variação negativa de volume líquido ocorreu na segunda campanha, em setembro de 2002, com perda de 9,32m³/m, enquanto que a maior variação positiva ocorreu na terceira campanha, em outubro de 2002, com ganho de 8,04m³/m. O período onde o perfil apresentou-se com menor volume de sedimentos também ocorreu em setembro de 2002, enquanto que em agosto de 2003, na última campanha, o perfil praiar apresentou-se com o maior volume durante o período monitorado (figura 20).

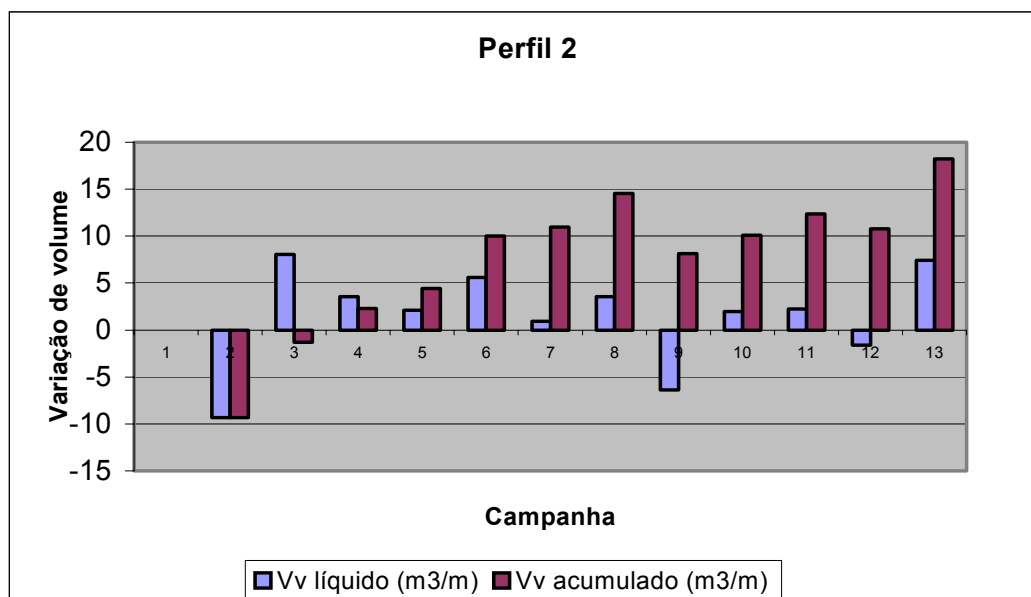


Figura 20. Gráfico com variação de volume líquido e acumulado entre agosto de 2002 e 2003, referentes ao perfil 2.

Na figura 20 pode-se observar que este perfil esteve na maior parte das campanhas em acreção, com erosão apenas nos meses de setembro de 2002 e abril e julho de 2003. Quanto aos dados de variação de volume acumulado, pode-se observar que a praia recebeu significativo estoque de sedimentos durante o período monitorado, chegando a seu máximo acréscimo no último mês de coleta. Períodos de perda sedimentar, apesar de mais raros, foram significativos.

A morfologia do perfil 2 obtida indica uma praia com alta mobilidade sedimentar, apresentando períodos erosivos e acréscimos em todo pós-praia e face praial (figura 21), ocorrendo trocas sedimentares transversais à linha de costa entre a porção subaérea e a porção subaquosa e migração de cúspides e embaixamentos. Com isso, a praia apresentou morfologia convexa, com desenvolvimento de berma e/ou presença de cúspides praias, como em 16/10/2002 e 14/02/2003 e morfologia côncava nos períodos erosivos e/ou nos embaixamentos como em 16/09/2002 e 14/04/2003 (figura 22).

Este trecho da praia recebe significativos aportes sedimentares, tendo o perfil uma rápida recuperação no estoque sedimentar subaéreo como observado entre 16/09/2002 e 16/10/2002, passando o perfil de côncavo à convexo.

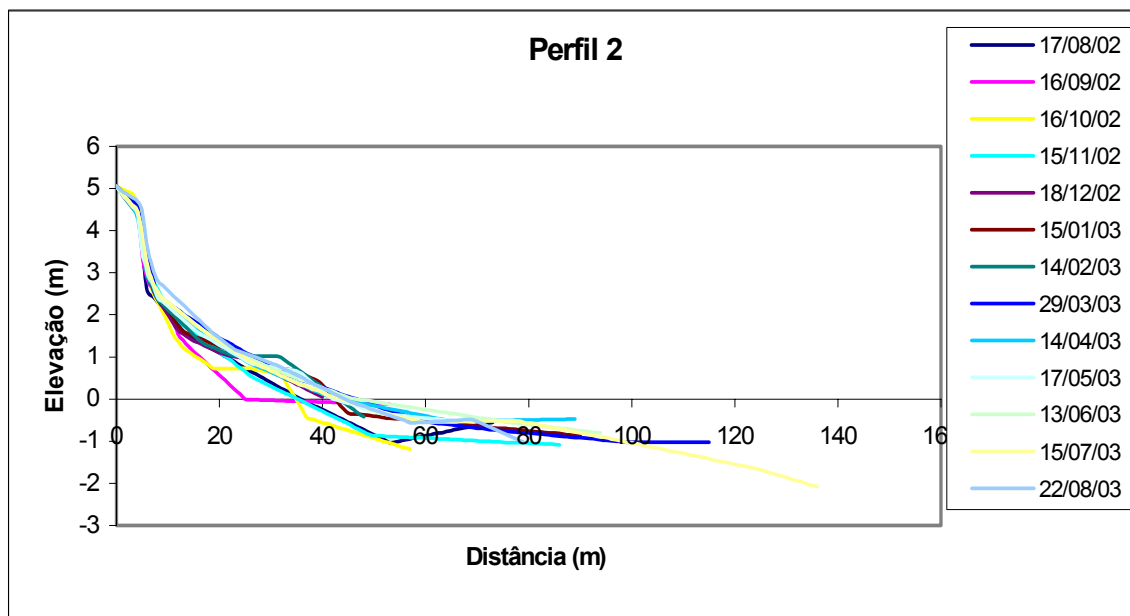


Figura 21. Morfologia praial observada no perfil 2 (orientação n345).

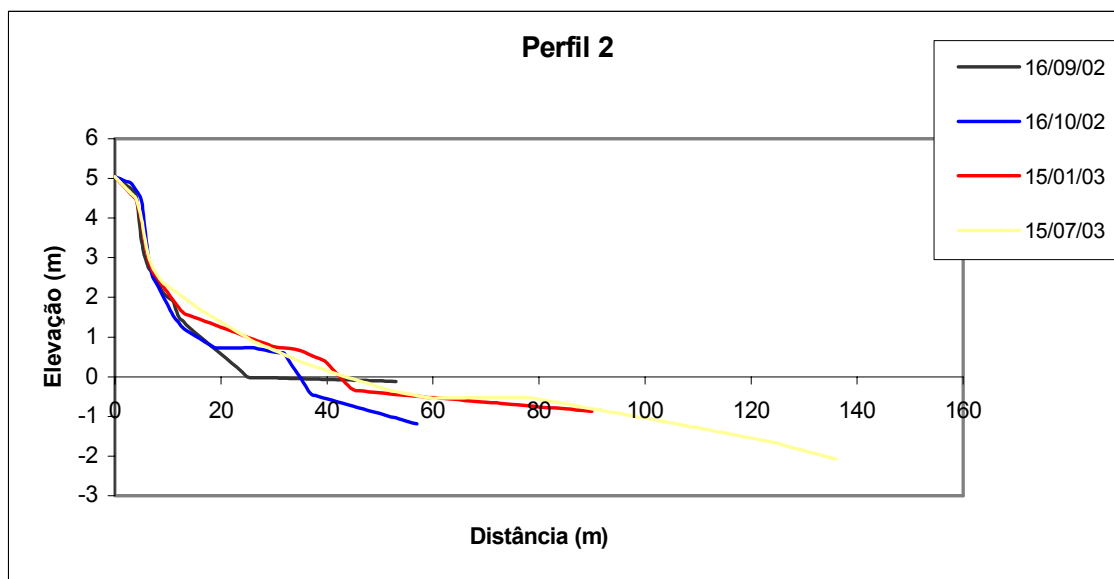


Figura 22. Estágios erosivos e acrescivos encontrados no perfil 2 (orientação N345).

Uma das principais características morfológicas deste setor da praia é a presença de feições rítmicas, com cúspides e megacúspides ocorrendo junto à barras transversais e embaixamentos, onde em alguns casos foi possível observar que existiam correntes de retorno (foto 8).



Foto 8. Vista para sudoeste demonstrando morfologia rítmica ao longo do arco praial, com embaixamentos e megacúspides alternados (15/07/2003).

A largura e declividade da praia variam em um curto espaço ao longo da linha de costa, sendo geralmente mais larga e com menor declividade junto as cúspides e mais estreita e com maior declividade nos embaixamentos, podendo haver variação de volume subaéreo entre estas feições.

Com objetivo de elucidar estas características morfológicas, no dia 13/06/2003 foi realizado um perfil extra, paralelo ao perfil 2, chamado de perfil 2a. Este perfil localiza-se a 78m do perfil 2, sendo amarrado ao mesmo marco e *datum* (figura 23).

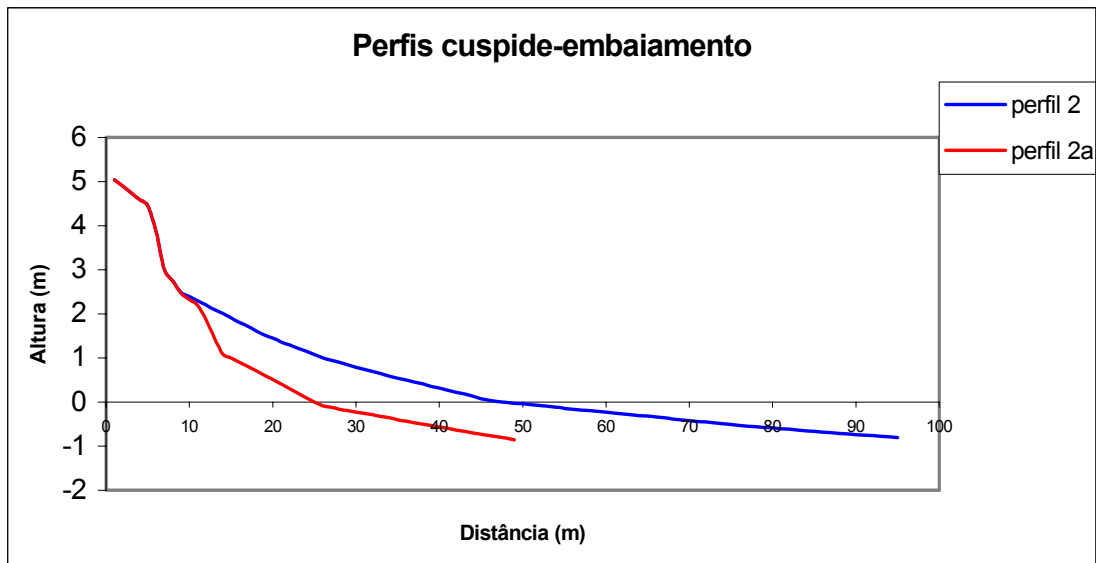


Figura 23. Perfil 2 e perfil 2a, obtidos no dia 13/06/2003

A figura 23 ilustra que, junto a cúspide (perfil 2), haviam $23\text{m}^3/\text{m}$ de sedimentos a mais no estoque subaéreo do que junto ao embaimento (perfil 2a) e que a largura da praia passou de 46,6m no perfil 2 para 24,8m no perfil 2a. Quanto a declividade da face praial, no perfil 2 foi de $2,67^\circ$ e no perfil 2a de $5,81^\circ$.

A comparação entre os dois perfis indicou uma variação morfológica entre estas feições da praia, com uma praia mais larga, com maior volume no estoque sedimentar subaéreo e menor declividade na face praial junto a megacúspide, onde a morfologia é plana, e uma praia mais estreita, com menor volume e maior declividade junto ao embaimento, onde a morfologia é côncava.

6.1.3. Perfil 3

O perfil 3 localiza-se na porção sudoeste do arco praial, próximo ao balneário de Açores, onde cordões litorâneos holocênicos estão sendo retrabalhados pela ação marinha (foto 9). Neste trecho do arco praial, a linha de costa apresenta-se mais retilínea e as cúspides praias, quando ocorrem, possuem tamanho aparentemente maior que nos outros setores do arco praial.



Foto 9. Vista do setor sudoeste do arco praial, junto ao perfil 3, com elevações do embasamento cristalino em segundo plano (14/04/2003).

A tabela 6 apresenta valores referentes a largura da praia subaérea, a variação na largura da praia, a declividade da face praial e a variação de volume subaéreo líquido, entre duas superfícies consecutivas, e acumulado, a partir da primeira superfície, obtidos no perfil 3 (acima do *datum*) entre agosto de 2002 e 2003.

Tabela 6. Parâmetros morfométricos obtidos no perfil 3.

Data	Largura da praia	Variação na largura da praia (m)	Declividade (°)	Vv. líquido (m ³ /m)	Vv. acumulado (m ³ /m)
17/08/2002	58,39	0	3,21	0	0
16/09/2002	42,23	-16,16	5,48	-28,23	-28,23
16/10/2002	38,15	-10,08	5,99	-2,80	-31,03
15/11/2002	48,63	10,48	3,11	6,23	-24,80
18/12/2002	58,32	9,69	3,21	12,74	-12,06
15/01/2003	57,74	-0,58	3,40	5,26	-6,80
14/02/2003	51,95	-5,79	5,93	0,13	-6,67
29/03/2003	66,07	14,12	3,05	16,48	9,81
14/04/2003	73,08	7,01	2,65	-10,77	-0,96
17/05/2003	75,55	2,47	2,10	3,87	2,91
13/06/2003	59,72	-15,83	2,11	-9,56	-6,65
15/07/2003	46,21	-13,51	2,61	-14,01	-20,66
22/08/2003	65,46	19,25	5,65	17,23	3,43

A largura da praia oscilou entre 38,15m e 75,55m, possuindo as maiores larguras entre abril e maio de 2003 e a menor em outubro de 2002. A declividade da face oscilou entre 2,10° em maio de 2003 e 5,99° em outubro de 2002. O perfil sofreu períodos acrescivo e erosivos, tendo no final de 13 campanhas um ganho de 3,43m³/m no estoque de sedimentos acima do *datum*.

A variação de volume líquido foi mais positiva entre fevereiro e março de 2003, com ganho de 16,48m³/m e mais negativa entre agosto e setembro de 2002, com perda de 28,23m³/m. A variação de volume acumulado foi mais positiva na oitava campanha, tendo o perfil seu maior volume em março de 2003, e mais negativa na terceira campanha, tendo o perfil seu menor volume em outubro de 2002 (figura 24).

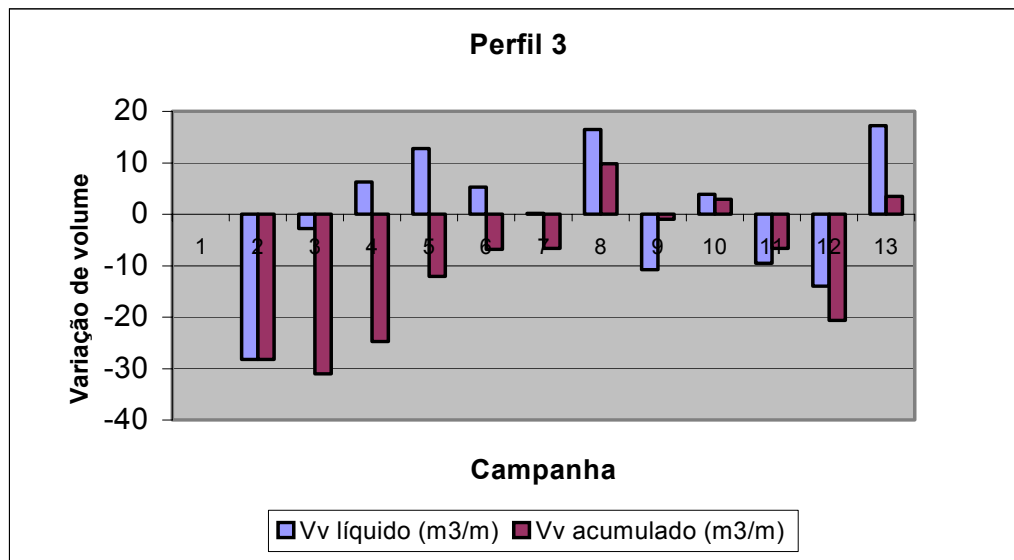


Figura 24. Gráfico com variação de volume líquido e acumulado entre agosto de 2002 e 2003, referentes ao perfil 3.

A figura 24 caracteriza períodos de erosão e acresção encontrados no perfil 3, com erosão nos meses de setembro, outubro de 2002 e abril, junho e junho de 2003 e acresção em novembro e dezembro de 2002 e janeiro, março, maio e agosto de 2003. Durante o mês de janeiro o perfil permaneceu estável.

Quanto aos dados de variação de volume acumulada, pode-se observar que a praia perdeu sedimentos até outubro de 2002. A partir desta data, a praia começou a recuperar seu estoque sedimentar, chegando a seu máximo acréscimo em março de 2003. A partir de abril, a praia começou a perder sedimentos novamente até julho de 2003, quando novamente demonstrou recuperação de sedimentos em relação à primeira superfície obtida.

A morfologia do perfil 3 demonstra a duna frontal na forma escarpada, com desenvolvimento de dunas embrionárias em período de acresção. O pós-praia apresenta superfícies côncavas e convexas e planas (figura 25), tendo baixa declividade no começo da zona de surfe. Pôde-se observar que, com o desenvolvimento da morfologia convexa, a berma dificulta o avanço do mar até as dunas frontais, desenvolvendo nestes períodos dunas embrionárias e um aumento da cobertura vegetal.

O desenvolvimento de morfologia côncava ocorre quando há erosão, como em 16/10/2002, enquanto que morfologia convexa ocorre quando há acresção sedimentar na

porção subaérea da praia, como em 14/02/2003. Morfologias mais planas, como encontradas em 14/04/2003, 13/06/2003 e 15/07/2003, com declividade oscilando entre $2,11^\circ$ e $2,65^\circ$ retrataram uma sequência erosional deste perfil (figura 26).

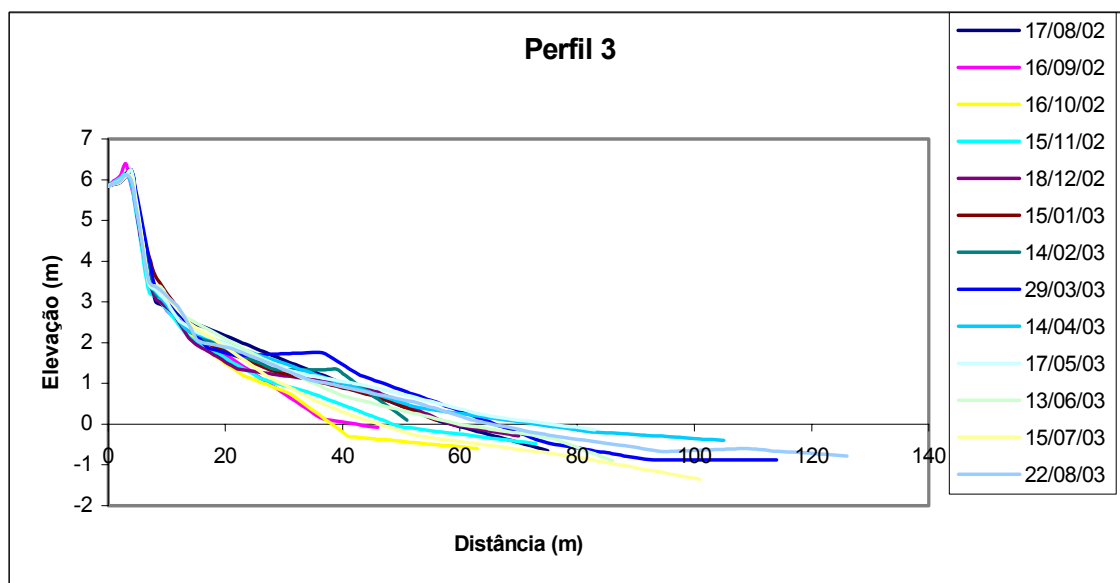


Figura 25. Morfologia praial observada no perfil 3 (orientação n315)

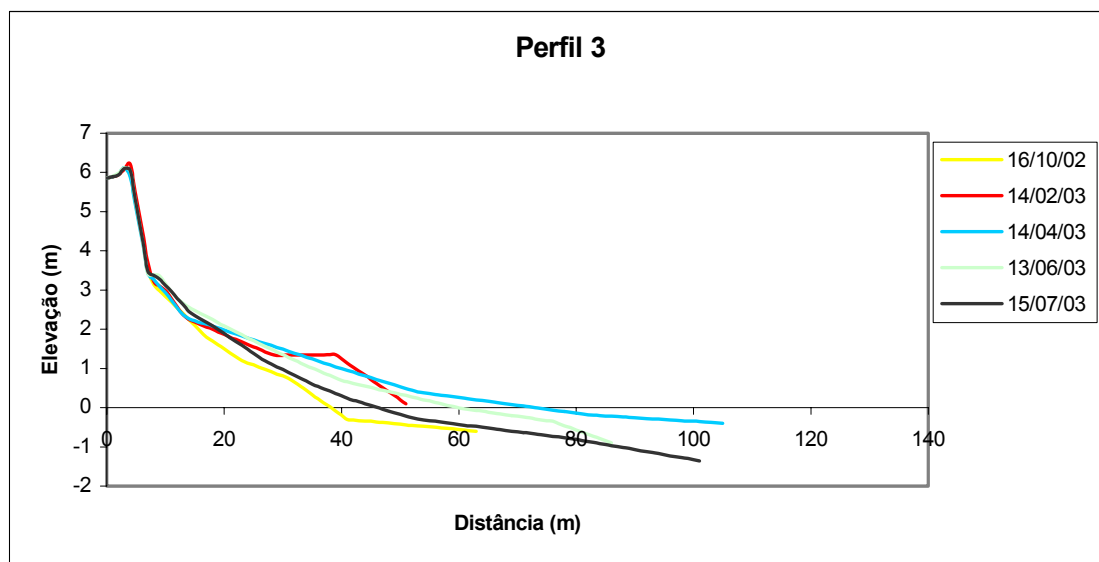


Figura 26. Estágios erosivos e acrescivos encontrados no perfil 3 (orientação N315).

6.1.4. Morfologia e mobilidade dos perfis

A tabela 7 apresenta valores referente a variação de volume e da linha de costa ao longo dos três perfis, demonstrando em vermelho valores que indicam perda sedimentar ou diminuição na largura da praia.

Tabela 7 – Mobilidade quantitativa dos perfis praias.

Data	Perfil 1		Perfil 2		Perfil 3	
	Vv. líquido (m ³ /m)	Variação da linha de costa (m)	Vv. líquido (m ³ /m)	Variação da linha de costa (m)	Vv. líquido (m ³ /m)	Variação da linha de costa (m)
17/08/02	0	0	0	0	0	0
16/09/02	-4,56	23,14	-9,32	-10,75	-28,23	-16,16
16/10/02	-2,81	-26,70	8,04	9,79	-2,80	-10,08
15/11/02	-0,45	2,59	3,58	0,33	6,23	10,48
18/12/02	3,94	3,55	2,12	5,62	12,74	9,69
15/01/03	2,33	-1,31	5,60	1,66	5,26	-0,58
14/02/03	8,01	7,46	0,93	0,75	0,13	-5,79
29/03/03	-0,85	0,02	3,58	3,33	16,48	14,12
14/04/03	-8,79	1,92	-6,38	-2,92	-10,77	7,01
17/05/03	-4,42	-7,46	1,97	-1,36	3,87	2,47
13/06/03	-6,38	-7,33	2,27	4,36	-9,56	-15,83
15/07/03	5,77	9,86	-1,59	-3,15	-14,01	-13,51
22/08/03	3,04	-4,96	7,43	0,85	17,23	19,25

A tabela 7 compara variações morfológicas encontradas nos três perfis durante as 13 campanhas amostrais realizadas. Períodos erosivos ocorreram no mesmo período nos três perfis em setembro de 2002 e abril de 2003. Períodos acrescivos ocorreram nos três perfis em dezembro de 2002, janeiro, fevereiro e agosto de 2003. Nos meses de novembro de 2002, março, maio e julho de 2003 houve um comportamento inverso entre o perfil 1 e os perfis 2 e 3, não necessariamente indicando trocas sedimentares entre os perfis. Nos meses de outubro de 2002 e junho de 2003 houve acreção no perfil 2 e erosão nos perfis 1 e 3.

Geralmente após períodos erosivos, com a retirada de sedimentos da porção subaérea da praia, o perfil torna-se mais plano à côncavo. Durante períodos acrescivos, normalmente ocorre movimento contrário, com retorno do estoque sedimentar, que se deposita geralmente na forma de uma berma, tornando o perfil mais convexo, com maior declividade e estoque

sedimentar na porção subaérea da praia. A morfologia e a mobilidade dos perfis, sintetizada na tabela 8, também esta relacionada a presença de cúspides praias e embaixamentos.

Tabela 8 – Mobilidade qualitativa dos perfis praias.

Data	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3
17/08/02	Perfil relativamente plano, com duna embrionária e berma	Perfil relativamente plano	Perfil relativamente plano
16/09/02	Erosão da duna embrionária e pós-praia com perfil plano e largo	Acresção no pós-praia superior, erosão no pós-praia e face, acresção na zona de surfe	Erosão no pós-praia e zona de surfe
16/10/02	Pequena deposição na face praial, erosão na zona de surfe, com perfil mais íngreme na face. Erosão antrópica da duna frontal	Erosão no pós-praia superior, deposição na face praial (formação da berma), erosão na zona de surfe	Pequena erosão da duna embrionária, pequena deposição na face praial (formação da berma), erosão na zona de surfe
15/11/02	Pequena erosão da face praial, com topografia mais plana. Erosão antrópica da duna frontal	Erosão da crista da berma, acresção no restante	Acresção na face praial, isolando do contato com o mar o pós-praia superior.
18/12/02	Acresção em todo perfil, com desenvolvimento da berma na face da praia	Acresção em todo perfil, com desenvolvimento da berma	Acresção em todo perfil, com desenvolvimento da berma
15/01/03	Desenvolvimento da berma, com face praial mais íngreme	Desenvolvimento da berma, com face praial mais íngreme	Desenvolvimento da duna embrionária
14/02/03	Desenvolvimento da berma, com significativo acréscimo de sedimentos	Desenvolvimento da berma	Pouco desenvolvimento da berma e de um baixio, entre a berma e a duna frontal
29/03/03	Deslocamento da crista da berma em direção a base da duna, com pequena erosão	Desenvolvimento da berma. último estágio da sequência acrescional	Desenvolvimento da berma, com aumento na largura da praia
14/04/03	Erosão da berma com retorno da topografia plana	Erosão da berma com retorno da topografia plana.	Erosão do perfil subaéreo, praia plana e larga
17/05/03	Erosão no pós-praia e diminuição da largura da praia	Pequena acresção na berma	Pequena acresção na berma
13/06/03	Sequência erosional do perfil	Acresção no perfil, que está sobre uma cúspide (barra transversal)	Erosão localizada do perfil, localizado no embaixamento (cava transversal)
15/07/03	Terraço exposto com a maré baixa. Acresção no perfil	Bancos e cavas expostos com a maré baixa. Pequena erosão na cúspide	Bancos e cavas expostos com a maré baixa. Erosão localizada (perfil na cava)
22/08/03	Pequeno acréscimo na duna embrionária	Acresção ao longo do perfil, retorno da berma e sem barras transversais e embaixamentos	Pequena acresção ao longo do perfil, sem barras transversais e embaixamentos

6.2. Distribuição granulométrica

Neste subcapítulo são apresentados os resultados referentes à granulometria do arco praial, por perfil (base da duna frontal, pós-praia e face praial) e ao longo do sistema Pântano do Sul – Açores e praia da Solidão.

As areias que compõem o arco praial são predominantemente quartzozas (Qz), possuindo coloração esbranquiçada, de brilho não metálico, com uma menor fração de minerais pesados, basicamente ilmenita, que possuem coloração preta e diafanidade opaca. A distribuição destas duas populações mineralógicas ocorrem em forma intercalada. Nota-se que os grãos pretos são geralmente menores que os esbranquiçados (foto 10). Outros minerais encontrados são a turmalina (Tu), o zircão (Zir) e o ortopiroxênio (OP).

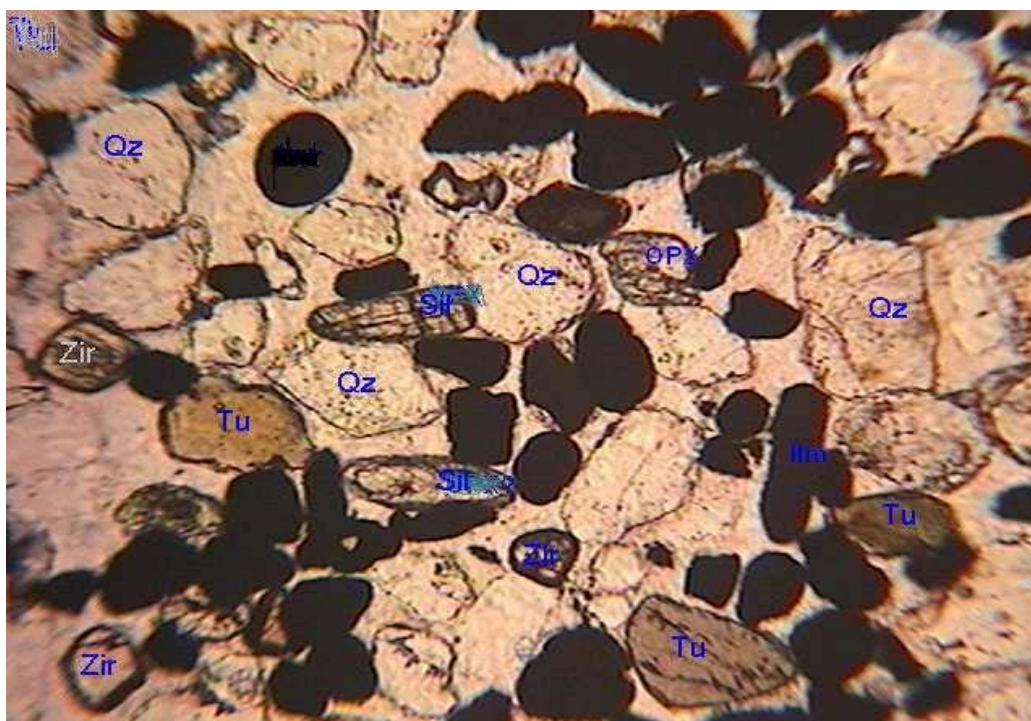


Foto 10. Sedimento arenoso típico do arco praial Pântano do Sul - Açores, com presença de minerais de quartzo e pesados, vistos em microscópio sob luz refletida.

6.2.1. Perfil 1

No **perfil 1** (tabela 9), há predomínio de areias finas em 84,61%, sendo o restante composta de areias predominantemente muito finas (15,38%), com diâmetro médio do grão (Mz) em 2,758 ϕ . O desvio padrão (Dp) médio encontrado foi de 0,463 ϕ , predominando amostras bem selecionadas (61,53%) a moderadamente selecionadas (33,33%). Entre as amostras do perfil 1, 51,28% são aproximadamente simétricas, enquanto que 46,15% possuem assimetria positiva, sendo o valor médio da assimetria (Ski) igual a 0,075. Quanto à curtose (Kg), 46,15% das amostras são mesocúrticas, 28,25% platicúrticas e 25,6% leptocúrticas, com valor médio de Kg igual a 0,983.

Tabela 9. Planilha granulométrica com análise estatística das amostras coletadas no perfil 1.

Data	Localização	Md	Mz	Dp	Ski	Kg	Média	Selecionamento	Assimetria	Curtose
17/08/02	Base da duna	2,439	2,513	0,440	0,373	1,061	areia fina	bem	muito positiva	mesocúrtica
	Pós-praia	2,697	2,513	0,529	0,203	1,112	areia fina	moderadamente	positiva	leptocúrtica
	Face praial	2,458	2,501	0,392	0,226	0,887	areia fina	bem	positiva	mesocúrtica
16/09/02	Base da duna	3,178	3,131	0,571	-0,151	0,880	areia muito fina	moderadamente	negativa	platicúrtica
	Pós-praia	3,228	3,211	0,523	-0,091	0,802	areia muito fina	moderadamente	aprox. simétrica	platicúrtica
	Face praial	2,496	2,518	0,365	0,157	0,869	areia fina	bem	positiva	platicúrtica
16/10/02	Base da duna	3,128	3,090	0,547	-0,113	0,917	areia muito fina	moderadamente	negativa	mesocúrtica
	Pós-praia	2,662	2,667	0,451	0,115	1,073	areia fina	bem	positiva	mesocúrtica
	Face praial	2,406	2,455	0,346	0,242	0,845	areia fina	muito bem	positiva	platicúrtica
15/11/03	Base da duna	2,854	2,930	0,589	0,163	0,841	areia fina	moderadamente	positiva	platicúrtica
	Pós-praia	2,638	2,605	0,375	-0,015	1,025	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
	Face praial	2,672	2,662	0,420	0,021	0,955	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
18/12/02	Base da duna	2,497	2,940	0,519	0,002	0,930	areia fina	moderadamente	aprox. simétrica	mesocúrtica
	Pós-praia	2,657	2,626	0,392	-0,01	1,011	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
	Face praial	2,687	2,668	0,405	-0,01	0,997	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
15/01/03	Base da duna	2,836	2,913	0,582	0,174	0,869	areia fina	moderadamente	positiva	platicúrtica
	Pós-praia	2,692	2,692	0,436	0,065	1,057	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
	Face praial	2,705	2,681	0,393	-0,032	1,088	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
14/02/03	Base da duna	3,011	3,036	0,592	0,030	0,782	areia muito fina	moderadamente	aprox. simétrica	platicúrtica
	Pós-praia	2,756	2,765	0,404	0,032	1,210	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Face praial	2,558	2,542	0,332	-0,047	0,775	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	platicúrtica
29/03/03	Base da duna	3,014	3,041	0,597	0,029	0,766	areia muito fina	moderadamente	aprox. simétrica	platicúrtica
	Pós-praia	2,631	2,626	0,448	0,125	1,102	areia fina	bem	positiva	leptocúrtica
	Face praial	2,794	2,813	0,392	0,019	1,066	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
14/04/03	Base da duna	2,690	2,717	0,496	0,170	1,193	areia fina	bem	positiva	leptocúrtica
	Pós-praia	2,821	2,866	0,445	0,126	1,101	areia fina	bem	positiva	leptocúrtica
	Face praial	2,782	2,798	0,444	0,034	1,035	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
17/05/03	Base da duna	2,799	2,876	0,575	0,190	0,900	areia fina	moderadamente	positiva	mesocúrtica
	Pós-praia	2,778	2,816	0,468	0,143	1,253	areia fina	bem	positiva	leptocúrtica
	Face praial	2,717	2,696	0,380	-0,034	1,170	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
13/06/03	Base da duna	2,993	3,056	0,594	0,092	0,743	areia muito fina	moderadamente	aprox. simétrica	platicúrtica
	Pós-praia	2,636	2,620	0,429	0,088	1,071	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
	Face praial	2,692	2,700	0,444	0,045	0,866	areia fina	bem	aprox. simétrica	platicúrtica
15/07/03	Base da duna	2,614	2,615	0,456	0,156	1,112	areia fina	bem	positiva	leptocúrtica
	Pós-praia	2,834	2,843	0,412	-0,025	0,930	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
	Face praial	2,696	2,692	0,424	0,018	0,951	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
22/08/03	Base da duna	2,713	2,759	0,521	0,191	1,194	areia fina	moderadamente	positiva	leptocúrtica
	Pós-praia	2,807	2,876	0,540	0,187	1,024	areia fina	moderadamente	positiva	mesocúrtica
	Face praial	2,505	2,521	0,404	0,128	0,906	areia fina	bem	positiva	mesocúrtica

Na base da duna frontal do perfil 1, predominam areias finas (61,53%) a muito finas (38,47%), com diâmetro médio do grão (Mz) igual a 2,893 ϕ i. O desvio padrão (Dp) médio encontrado foi de 0,544 ϕ i, predominando amostras moderadamente selecionadas (76,92%) a bem selecionadas (20,08%). Entre estas amostras, 46,15% possuem assimetria positiva, 30,76% são aproximadamente simétricas, 15,4% possuem assimetria negativa e 7,69% assimetria muito positiva, sendo o valor médio da assimetria (Ski) igual a 0,100. Quanto à curtose (Kg), predominam amostras platicúrticas em 49,95%, sendo o restante mesocúrticas (30,85%) e leptocúrticas (23,2%) com curtose (Kg) de 0,937. Os histogramas de frequência simples (figura 27) caracterizam amostras predominantemente unimodais, com diâmetro modal se alternando entre 3 ϕ i (areias finas) e 4 ϕ i (areias muito finas).

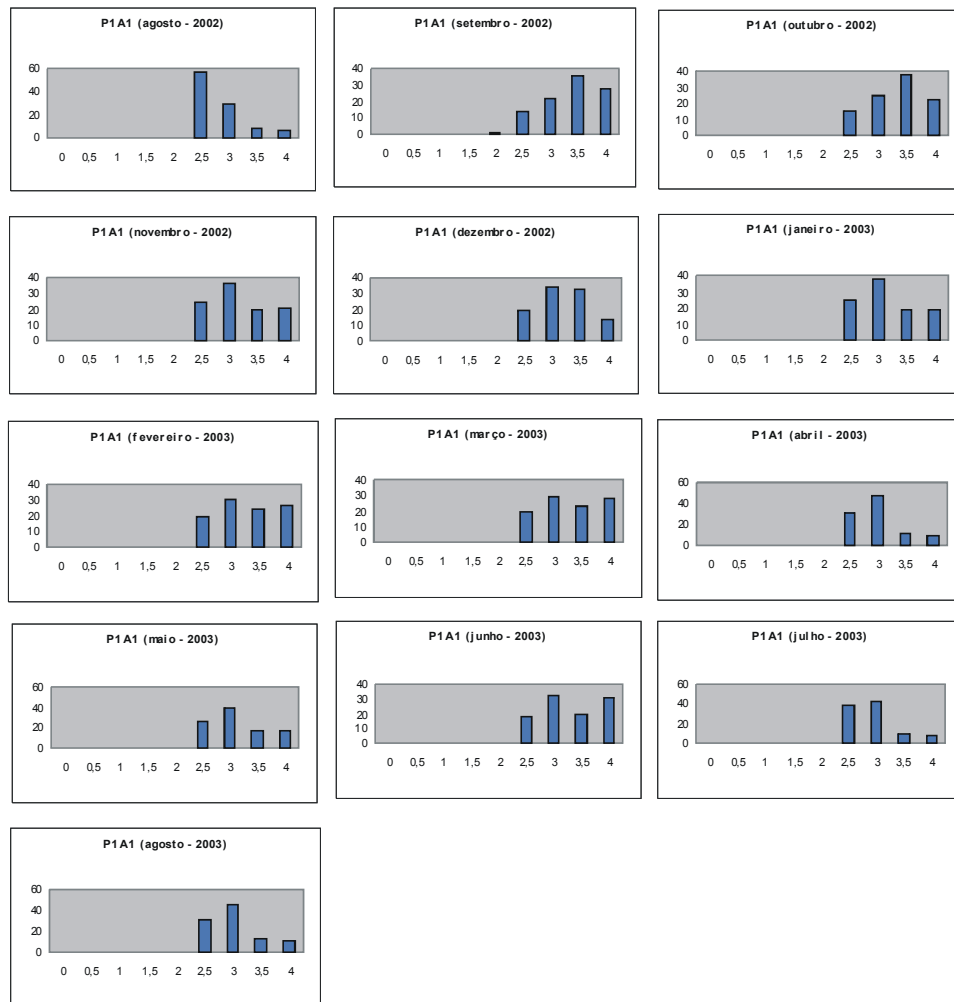


Figura 27. Histogramas de frequência simples, em ϕ i, das amostras coletadas na base da duna frontal do perfil 1, entre agosto de 2002 e 2003.

No **pós-praia do perfil 1** predominam areias finas (92,3%) a muito finas (7,69%), com diâmetro médio do grão (Mz) igual a 2,748 ϕ . O desvio padrão (Dp) médio encontrado foi de 0,450 ϕ , predominando amostras bem selecionadas (76,92%) a moderadamente selecionadas (23,08%). Entre estas amostras, 53,85% são aproximadamente simétricas e 46,15% possuem assimetria positiva, sendo o valor médio da assimetria (Ski) igual a 0,067. Quanto à curtose (Kg), há amostras mesocúrticas (53,8%), leptocúrticas (38,4%) e platicúrticas (7,8%) com curtose (Kg) de 1,059. Os histogramas de frequência simples (figura 28) representam amostras unimodais, com diâmetro modal geralmente em 3 ϕ (areias finas).

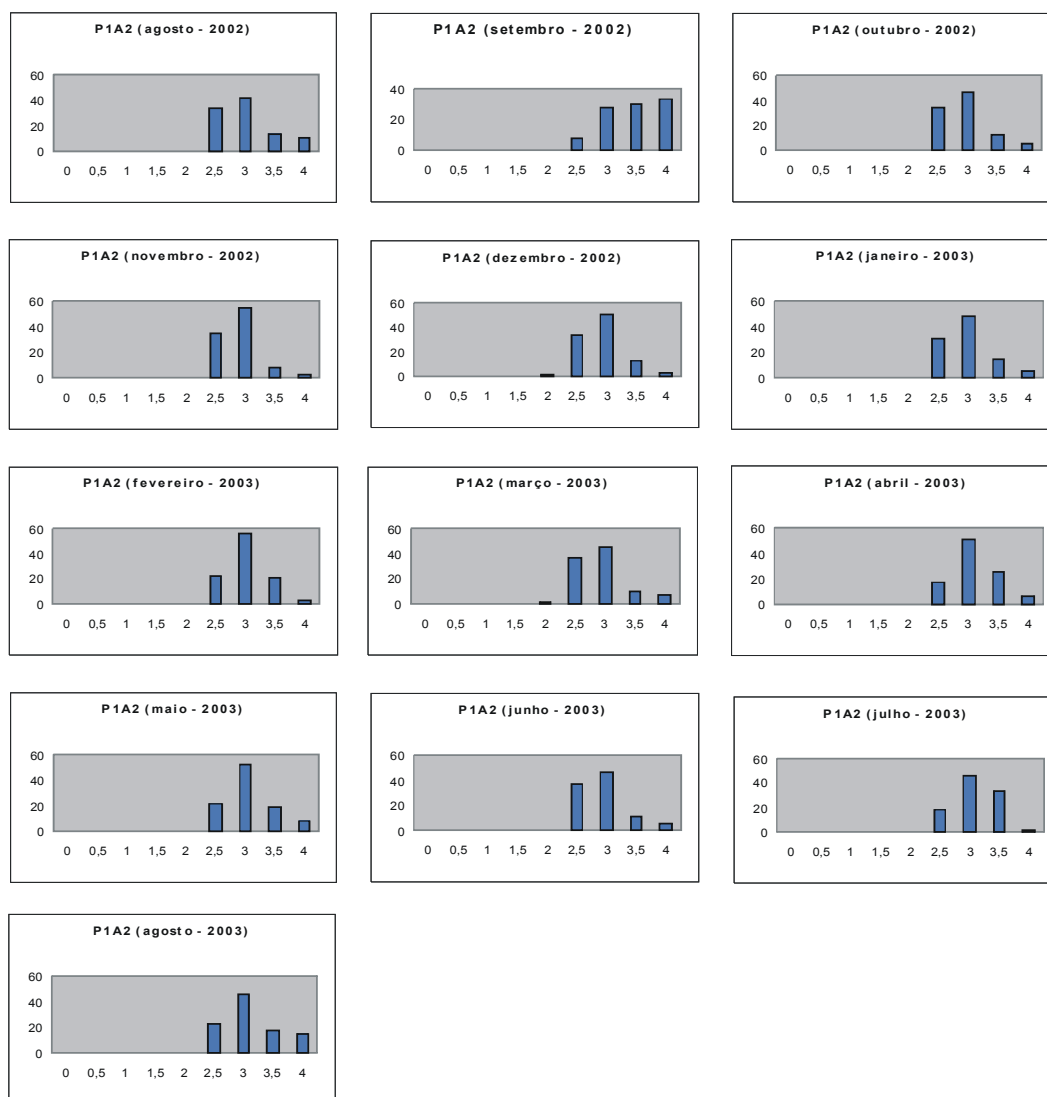


Figura 28. Histogramas de frequência simples, em ϕ , das amostras coletadas no pós-praia do perfil 1, entre agosto de 2002 e 2003.

Na **face praial do perfil 1** predominam areias finas (100%), com diâmetro médio do grão (Mz) igual a 2,634 ϕ i. O desvio padrão (Dp) médio encontrado foi de 0,395 ϕ i, predominando amostras bem selecionadas (84,61%) a muito bem selecionadas (15,39%). Entre estas amostras, 69,24% são aproximadamente simétricas e 30,76% possuem assimetria positiva, sendo o valor médio da assimetria (Ski) igual a 0,059. Quanto à curtose (Kg), há amostras mesocúrticas (53,85%), platicúrticas (30,85%) e leptocúrticas (15,3%) com curtose (Kg) de 0,954. Os histogramas de frequência simples (figura 29) representam amostras unimodais, com diâmetro modal se alternando entre 2,5 e 3 ϕ i (areias finas).

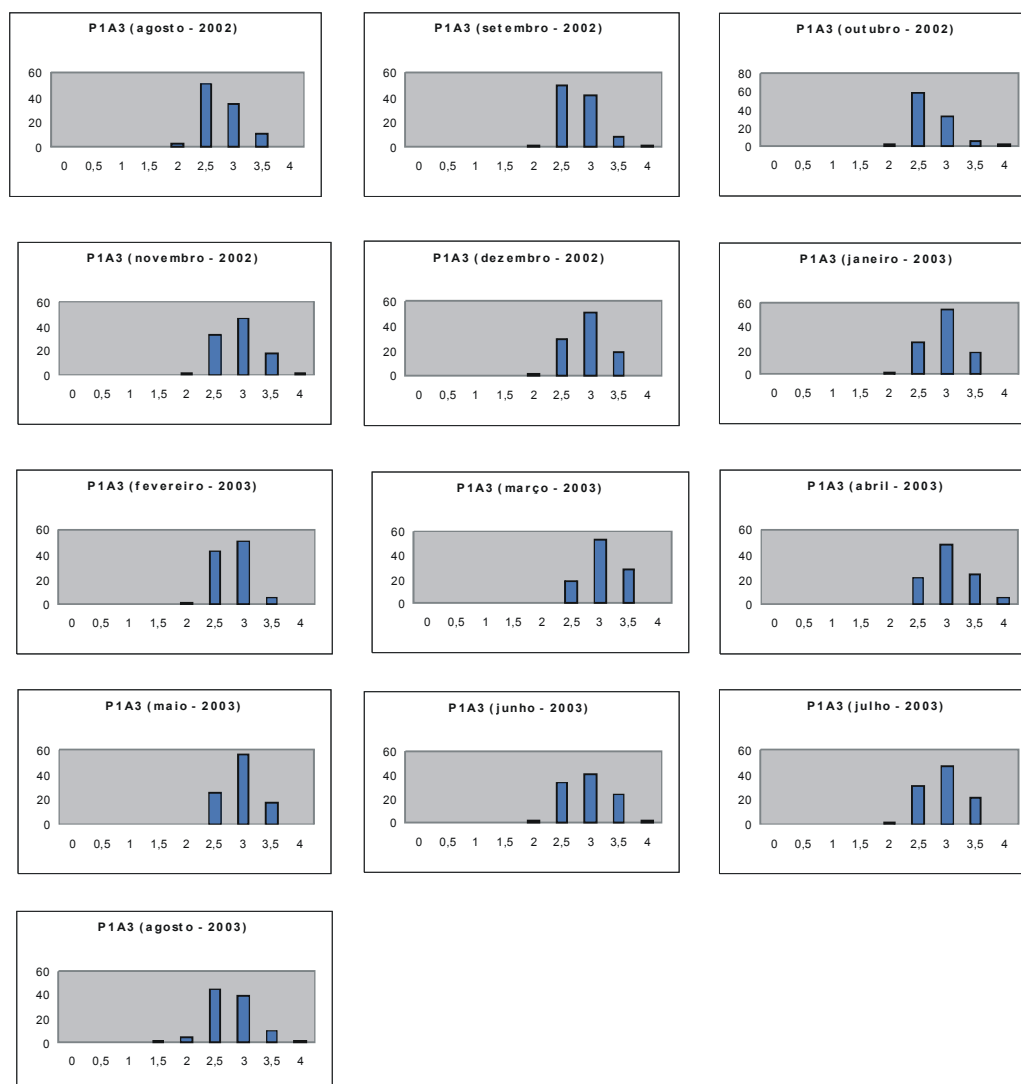


Figura 29. Histogramas de frequência simples, em ϕ i, das amostras coletadas na face da praia do perfil 1, entre agosto de 2002 e 2003.

6.2.2. Perfil 2

No **perfil 2** (tabela 10), há predomínio de areias finas em 97,43%, sendo o restante composta de areias predominantemente médias, com diâmetro médio do grão (Mz) em $2,262\phi$. O desvio padrão (Dp) médio encontrado foi de $0,328\phi$, predominando amostras muito bem selecionadas (79,48%) a bem selecionadas (20,52%). Neste perfil, 66,66% das amostras são aproximadamente simétricas, 25,64% possuem assimetria positiva e 7,7% assimetria negativa, sendo o valor médio da assimetria (Ski) igual a 0,032. Quanto à curtose (Kg), 79,5% são leptocúrticas, 10,25% mesocúrticas e 10,25% platicúrticas, com $Kg = 1,212$.

Tabela 10. Planilha granulométrica com análise estatística das amostras coletadas no perfil 2.

Data	Localização	Md	Mz	Dp	Ski	Kg	Média	Selecionamento	Assimetria	Curtose
17/08/02	Base da duna	2,236	2,233	0,302	-0,009	1,337	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Pós-praia	2,226	2,217	0,294	-0,044	1,338	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Face praial	2,255	2,263	0,351	0,024	1,319	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
16/09/02	Base da duna	2,257	2,268	0,321	0,044	1,363	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Pós-praia	2,217	2,202	0,296	-0,074	1,322	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Face praial	2,153	2,108	0,319	-0,185	0,934	areia fina	muito bem	negativa	mesocúrtica
16/10/02	Base da duna	2,269	2,269	0,284	0,032	1,362	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Pós-praia	2,185	2,146	0,319	-0,142	1,205	areia fina	muito bem	negativa	leptocúrtica
	Face praial	1,975	1,981	0,354	-0,018	0,806	areia média	bem	aprox. simétrica	platicúrtica
15/11/03	Base da duna	2,187	2,150	0,309	-0,155	1,193	areia fina	muito bem	negativa	leptocúrtica
	Pós-praia	2,190	2,150	0,348	-0,095	1,213	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Face praial	2,057	2,041	0,344	-0,021	0,810	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	platicúrtica
18/12/02	Base da duna	2,235	2,229	0,303	-0,019	1,365	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Pós-praia	2,264	2,271	0,303	0,033	1,359	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Face praial	2,194	2,155	0,342	-0,097	1,254	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
15/01/03	Base da duna	2,272	2,289	0,315	0,069	1,363	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Pós-praia	2,409	2,449	0,334	0,168	0,768	areia fina	muito bem	positiva	platicúrtica
	Face praial	2,206	2,195	0,446	-0,003	1,038	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
14/02/03	Base da duna	2,304	2,345	0,347	0,113	1,279	areia fina	muito bem	positiva	leptocúrtica
	Pós-praia	2,317	2,361	0,348	0,123	1,179	areia fina	muito bem	positiva	leptocúrtica
	Face praial	2,236	2,230	0,302	-0,024	1,356	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
29/03/03	Base da duna	2,265	2,274	0,307	0,036	1,358	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Pós-praia	2,236	2,216	0,335	-0,05	1,321	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Face praial	2,359	2,428	0,441	0,209	1,104	areia fina	bem	positiva	leptocúrtica
14/04/03	Base da duna	2,262	2,262	0,283	0,020	1,371	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Pós-praia	2,323	2,368	0,308	0,223	1,090	areia fina	muito bem	positiva	leptocúrtica
	Face praial	2,299	2,330	0,306	0,135	1,257	areia fina	muito bem	positiva	leptocúrtica
17/05/03	Base da duna	2,244	2,244	0,284	-0,002	1,375	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Pós-praia	2,427	2,461	0,327	0,147	0,757	areia fina	muito bem	positiva	platicúrtica
	Face praial	2,208	2,186	0,409	-0,025	1,143	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
13/06/03	Base da duna	2,217	2,197	0,307	-0,078	1,324	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Pós-praia	2,256	2,256	0,282	0,029	1,405	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Face praial	2,283	2,297	0,285	0,102	1,293	areia fina	muito bem	positiva	leptocúrtica
15/07/03	Base da duna	2,425	2,425	0,288	-0,001	1,374	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Pós-praia	2,330	2,375	0,306	0,227	1,007	areia fina	muito bem	positiva	mesocúrtica
	Face praial	2,432	2,460	0,475	0,060	1,018	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
22/08/03	Base da duna	2,276	2,289	0,301	0,073	1,352	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Pós-praia	2,288	2,319	0,327	0,108	1,327	areia fina	muito bem	positiva	leptocúrtica
	Face praial	2,269	2,285	0,372	0,022	1,260	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica

Na base da duna frontal do perfil 2 predominam areias finas (100%), com diâmetro médio do grão (Mz) igual a $2,267\phi$. O desvio padrão (Dp) médio encontrado foi de $0,303\phi$, predominando amostras muito bem selecionadas (92,3%), sendo o restante bem selecionadas. Entre estas amostras, 84,6% são aproximadamente simétricas, 7,7% assimetria positiva e 7,7% assimetria negativa, sendo o valor médio da assimetria (Ski) igual a 0,033. Quanto à curtose (Kg), 100% das amostras são leptocúrticas, com curtose (Kg) de 1,339. Os histogramas de frequência simples (figura 30) representam amostras unimodais, com diâmetro modal em $2,5\phi$ (areias finas).

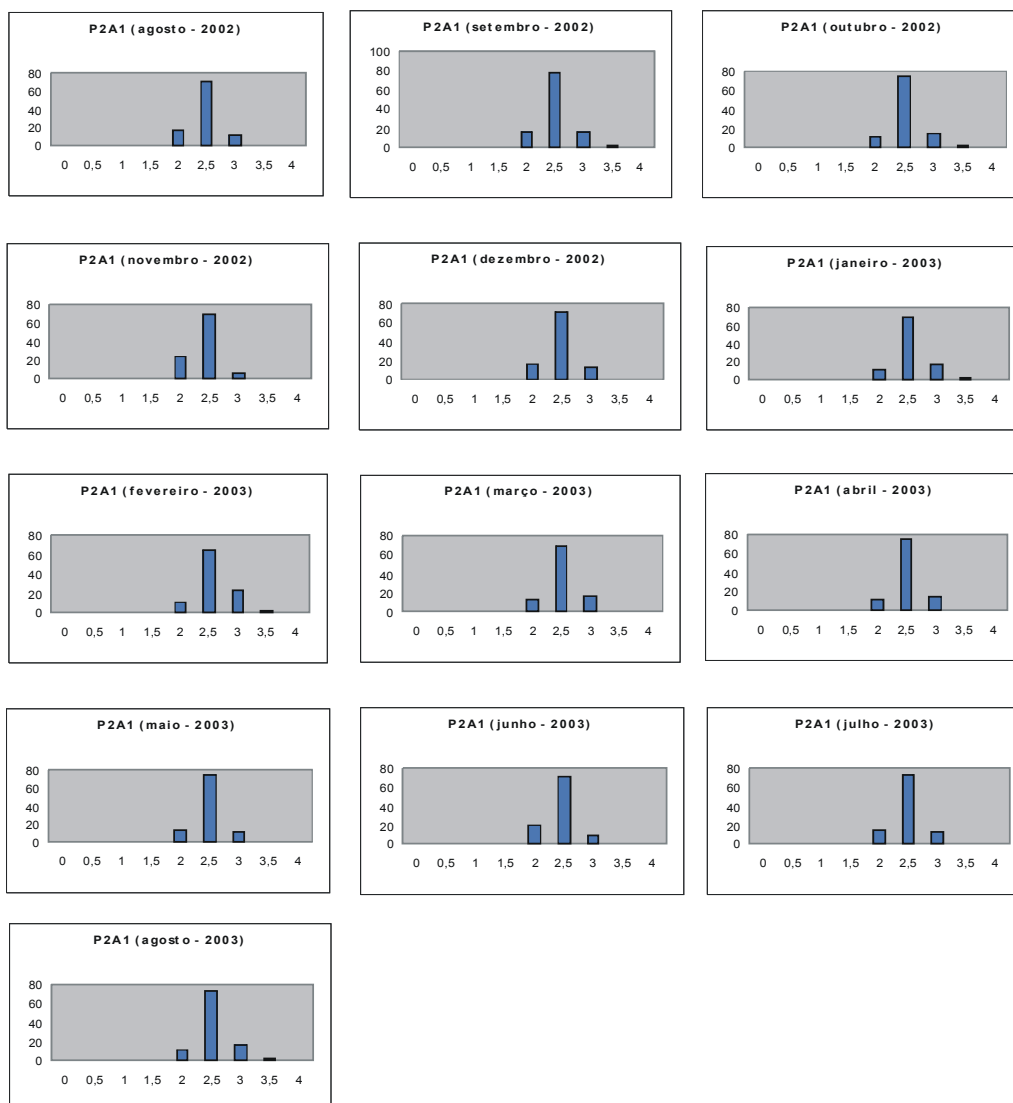


Figura 30. Histogramas de frequência simples, em ϕ , das amostras coletadas na base da duna frontal do perfil 2, entre agosto de 2002 e 2003.

No **pós-praia do perfil 2** predominam areias finas (100%), com diâmetro médio do grão (Mz) igual a $2,291\phi$. O desvio padrão (Dp) médio encontrado foi de $0,317\phi$, predominando amostras muito bem selecionadas (100%). Entre estas amostras, 46,15% são aproximadamente simétricas, 46,15% possuem assimetria positiva e 7,7% assimetria negativa, sendo o valor médio da assimetria (Ski) igual a 0,050. Quanto à curtose (Kg), 76,9% são leptocúrticas, 15,3% platicúrticas e 7,8% mesocúrticas com $Kg=1,059$. Os histogramas de frequência simples das 13 campanhas amostrais (figura 31) representam um diâmetro modal também em $2,5\phi$ (areias finas).

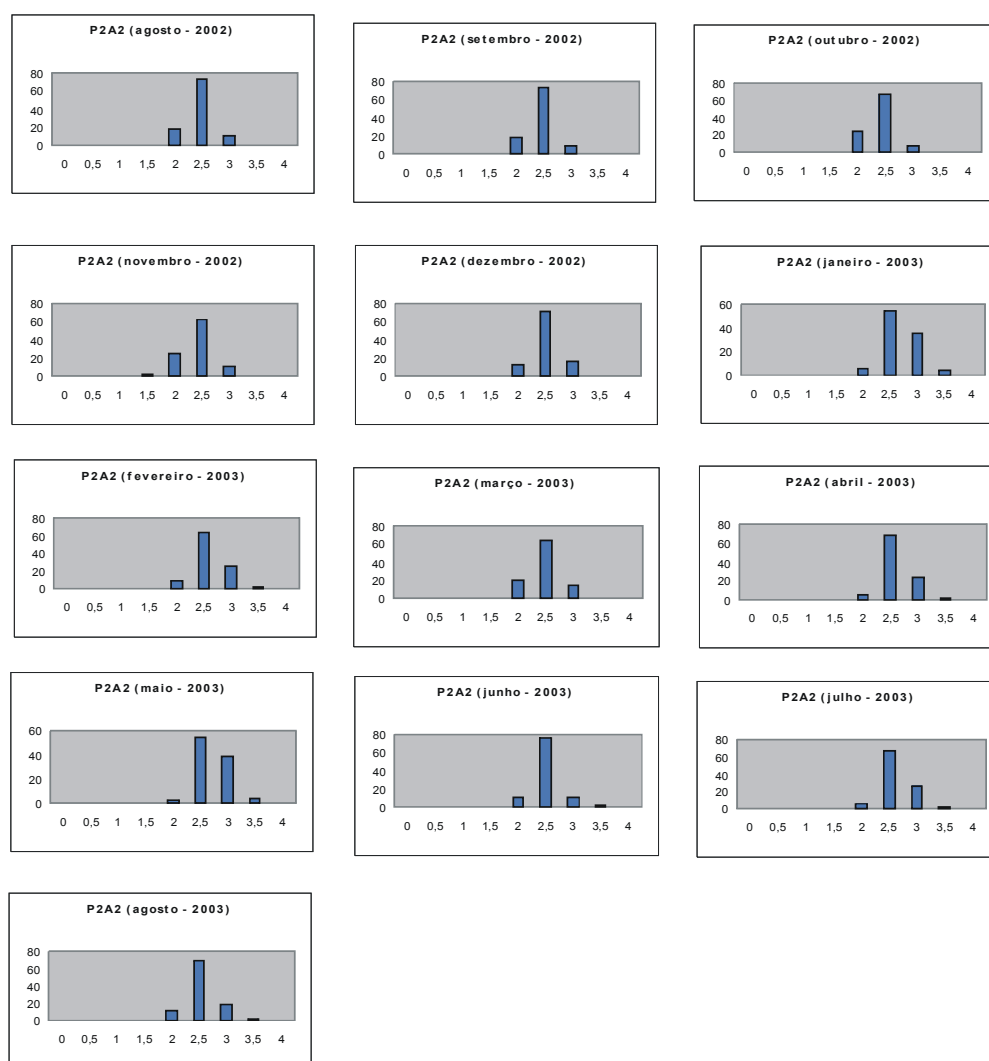


Figura 31. Histogramas de frequência simples, em ϕ , das amostras coletadas no pós-praia do perfil 2, entre agosto de 2002 e 2003.

Na **face praial do perfil 2** diâmetro médio do grão (Mz) é igual a $2,291\phi$ predominando areias finas (92,3%), sendo o restante composto por areias predominantemente médias. O desvio padrão (Dp) médio encontrado foi de $0,365\phi$, predominando amostras bem selecionadas (53,84%) a muito bem selecionadas (46,16%). Entre estas amostras, 69,23% são aproximadamente simétricas, 23,07% possuem assimetria positiva e 7,7% assimetria negativa, sendo o valor médio da assimetria (Ski) igual a 0,013. Quanto à curtose (Kg), 61,5% são leptocúrticas, 23,2% mesocúrticas e 15,3% platicúrticas com $Kg=1,122$. Os histogramas de frequência simples (figura 32) representam amostras unimodais, com diâmetro modal em $2,5\phi$ (areia fina), com algumas amostras com significativas concentrações em 2ϕ .

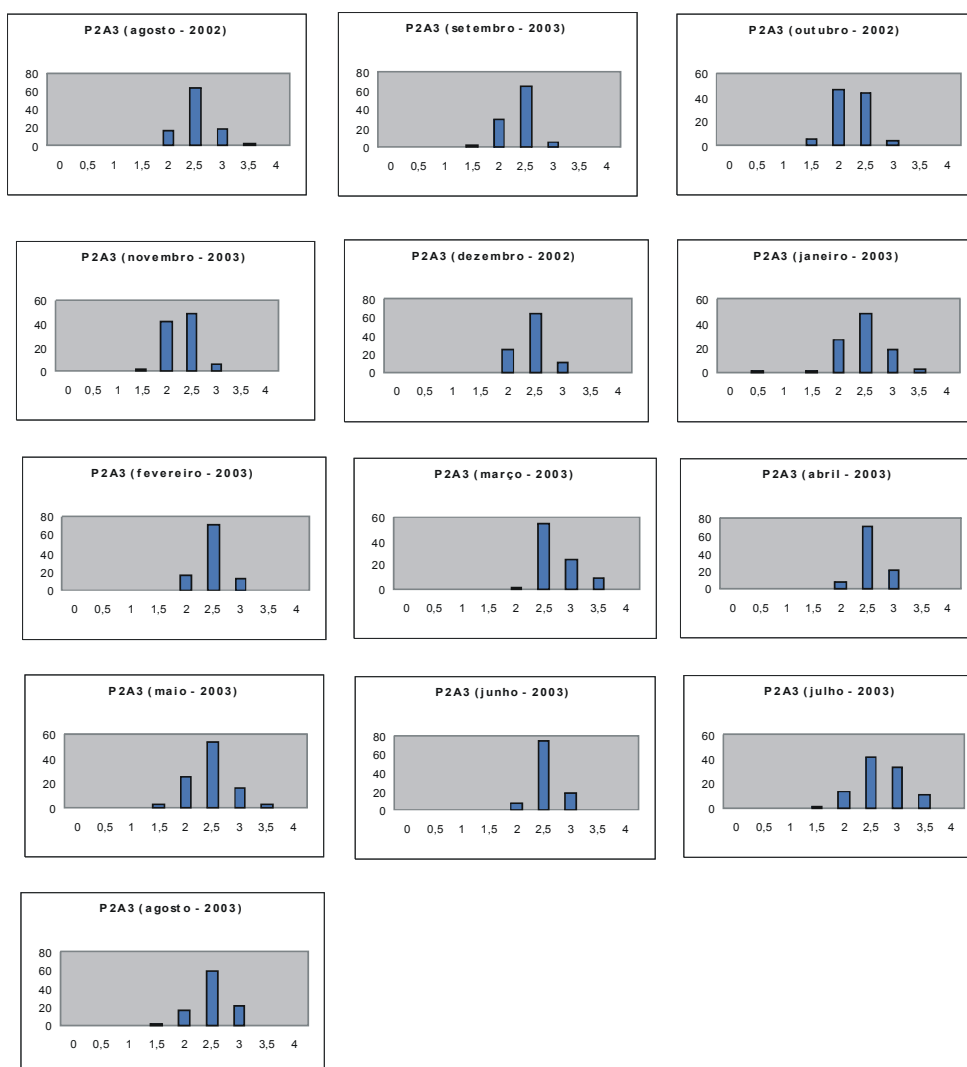


Figura 32. Histogramas de frequência simples, em ϕ , das amostras coletadas na face da praia do perfil 2, entre agosto de 2002 e 2003.

6.2.3. Perfil 3

No **perfil 3** (tabela 11), há predomínio de areias finas (97,43%), sendo o restante composta de areias predominantemente médias, com diâmetro médio do grão (Mz) em $2,268\phi$. O desvio padrão (Dp) médio encontrado foi de $0,384\phi$, predominando amostras bem selecionadas (69,24%) a muito bem selecionadas (25,64%). Neste perfil, 61,10% das amostras são aproximadamente simétricas, 20,51% possuem assimetria negativa, 15,82% assimetria positiva e 2,57% assimetria muito negativa, sendo o valor médio da assimetria (Ski) igual a $-0,013$. Quanto à curtose (Kg), 46,15% são mesocúrticas, 39,5% leptocúrticas e 17,95% platicúrticas, com valor médio de Kg igual a 1,034.

Tabela 11. Planilha granulométrica com análise estatística das amostras coletadas no perfil 3.

Data	Localização	Md	Mz	Dp	Ski	Kg	Média	Selecionamento	Assimetria	Curtose
17/08/02	Base da duna	2,265	2,280	0,403	0,025	1,337	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Pós-praia	2,187	2,146	0,345	-0,11	1,213	areia fina	muito bem	negativa	leptocúrtica
	Face praial	2,125	2,084	0,407	-0,065	0,992	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
16/09/02	Base da duna	2,192	2,152	0,342	-0,112	1,266	areia fina	muito bem	negativa	leptocúrtica
	Pós-praia	2,145	2,095	0,342	-0,166	0,949	areia fina	muito bem	negativa	mesocúrtica
	Face praial	2,082	2,045	0,363	-0,109	0,854	areia fina	bem	negativa	platicúrtica
16/10/02	Base da duna	2,253	2,253	0,295	0,006	1,379	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Pós-praia	2,087	2,055	0,349	-0,078	0,839	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	platicúrtica
	Face praial	1,871	1,853	0,489	-0,066	0,927	areia média	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
15/11/03	Base da duna	2,173	2,130	0,354	-0,104	1,103	areia fina	bem	negativa	leptocúrtica
	Pós-praia	2,420	2,455	0,324	0,155	0,762	areia fina	muito bem	positiva	platicúrtica
	Face praial	2,459	2,473	0,364	-0,003	0,830	areia fina	bem	aprox. simétrica	platicúrtica
18/12/02	Base da duna	2,145	2,100	0,370	-0,093	0,996	areia fina	bem	aprox. simétrica	platicúrtica
	Pós-praia	2,287	2,322	0,379	0,060	1,269	areia fina	bem selecionada	aprox. simétrica	mesocúrtica
	Face praial	2,095	2,034	0,492	-0,177	1,066	areia fina	bem	negativa	leptocúrtica
15/01/03	Base da duna	2,321	2,309	0,504	-0,106	1,069	areia fina	moderadamente	negativa	mesocúrtica
	Pós-praia	2,397	2,434	0,537	0,081	0,888	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
	Face praial	2,165	2,123	0,353	-0,098	1,062	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
14/02/03	Base da duna	2,299	2,340	0,372	0,079	1,190	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Pós-praia	2,333	2,372	0,391	0,040	1,058	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
	Face praial	2,171	2,124	0,371	-0,103	1,078	areia fina	bem	negativa	mesocúrtica
29/03/03	Base da duna	2,259	2,265	0,397	0,005	1,245	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Pós-praia	2,243	2,235	0,404	-0,021	1,215	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Face praial	2,455	2,480	0,417	0,079	0,969	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
14/04/03	Base da duna	2,301	2,338	0,328	0,126	1,290	areia fina	muito bem	positiva	leptocúrtica
	Pós-praia	2,349	2,391	0,360	0,075	1,029	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
	Face praial	2,177	2,106	0,360	-0,39	1,329	areia fina	bem	muito negativa	leptocúrtica
17/05/03	Base da duna	2,334	2,375	0,380	0,067	1,038	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
	Pós-praia	2,557	2,538	0,328	-0,077	0,748	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	platicúrtica
	Face praial	2,131	2,125	0,537	-0,046	0,989	areia fina	moderadamente	aprox. simétrica	mesocúrtica
13/06/03	Base da duna	2,363	2,407	0,331	0,159	0,892	areia fina	muito bem	positiva	mesocúrtica
	Pós-praia	2,325	2,370	0,340	0,135	1,114	areia fina	muito bem	positiva	leptocúrtica
	Face praial	2,318	2,362	0,369	0,087	1,113	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
15/07/03	Base da duna	2,338	2,382	0,353	0,107	1,044	areia fina	bem	positiva	mesocúrtica
	Pós-praia	2,332	2,374	0,367	0,084	1,052	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
	Face praial	2,722	2,708	0,450	-0,035	0,973	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
22/08/03	Base da duna	2,337	2,380	0,371	0,078	1,043	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
	Pós-praia	2,304	2,346	0,372	0,082	1,149	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
	Face praial	2,144	2,099	0,397	-0,072	0,998	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica

Na base da duna frontal do perfil 3 predominam areias finas (100%), com diâmetro médio do grão (Mz) igual a $2,285\phi$. O desvio padrão (Dp) médio encontrado foi de $0,369\phi$, predominando amostras bem selecionadas (61,53%) a muito bem selecionadas (30,78%), sendo 7,69% moderadamente selecionadas. Entre estas amostras, 58,4% são aproximadamente simétricas, 20,08% possuem assimetria positiva e 20,08% assimetria negativa, sendo o valor médio da assimetria (Ski) igual a 0,018. Quanto à curtose (Kg), amostras leptocúrticas representam 53,8% e mesocúrticas 38,5%, com curtose (Kg) em 1,145. Os histogramas de frequência simples (figura 33) representam amostras unimodais, com diâmetro modal em $2,5\phi$ (areias finas).

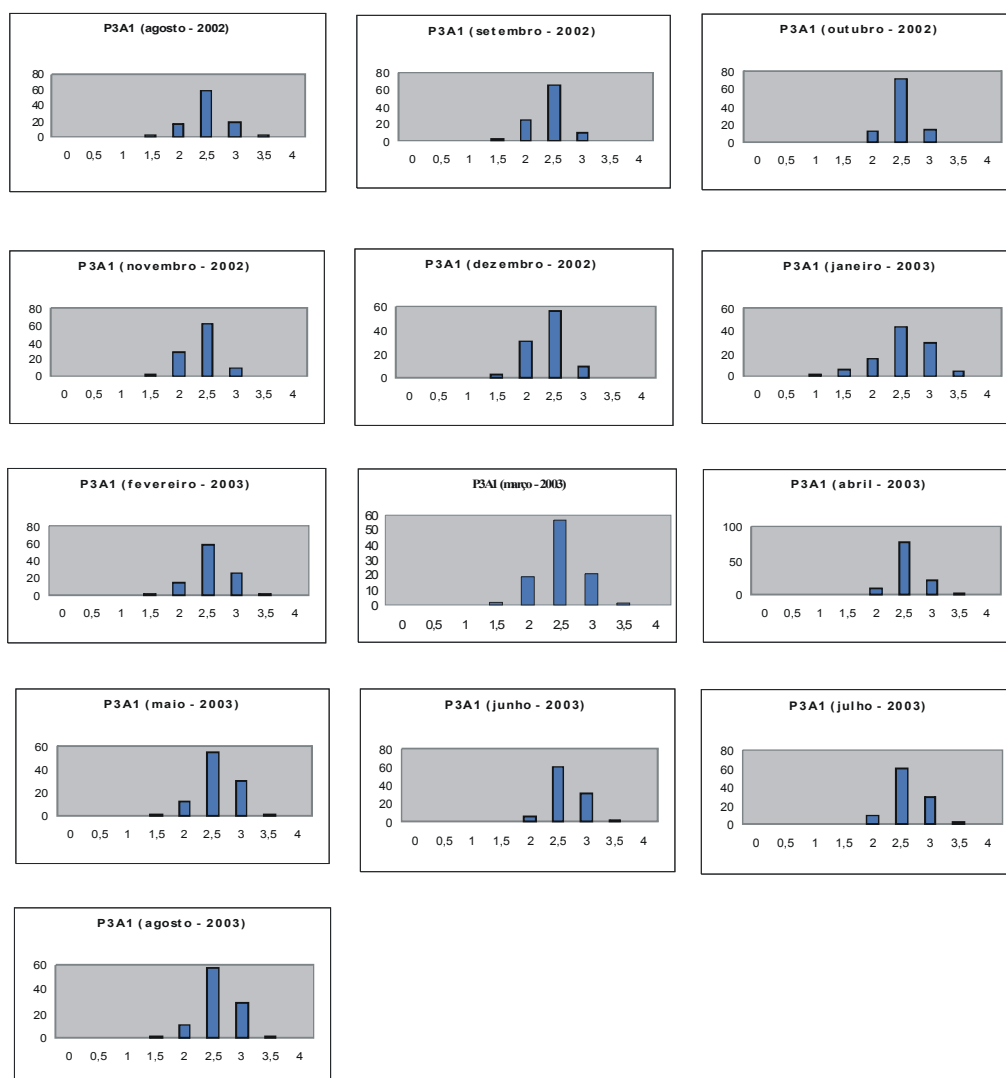


Figura 33. Histogramas de frequência simples, em ϕ , das amostras coletadas na base da duna frontal do perfil 3 entre agosto de 2002 e 2003.

No **pós-praia do perfil 3** predominam areias finas (100%), com diâmetro médio do grão (M_z) igual a $2,317\phi$. O desvio padrão (D_p) médio encontrado foi de $0,372\phi$, predominando amostras bem selecionadas (53,85%) a muito bem selecionadas (46,15%). Entre estas amostras, 69,2% são aproximadamente simétricas, 15,4% possuem assimetria positiva e 15,4% assimetria negativa, sendo o valor médio da assimetria (S_{ki}) igual a 0,02. Quanto à curtose (K_g), 46,15% são mesocúrticas, 30,85% são leptocúrticas e 23% platicúrticas, com $K_g=0,945$. Os histogramas de frequência simples das 13 campanhas amostrais (figura 34) representam um diâmetro modal em $2,5\phi$ (areias finas).

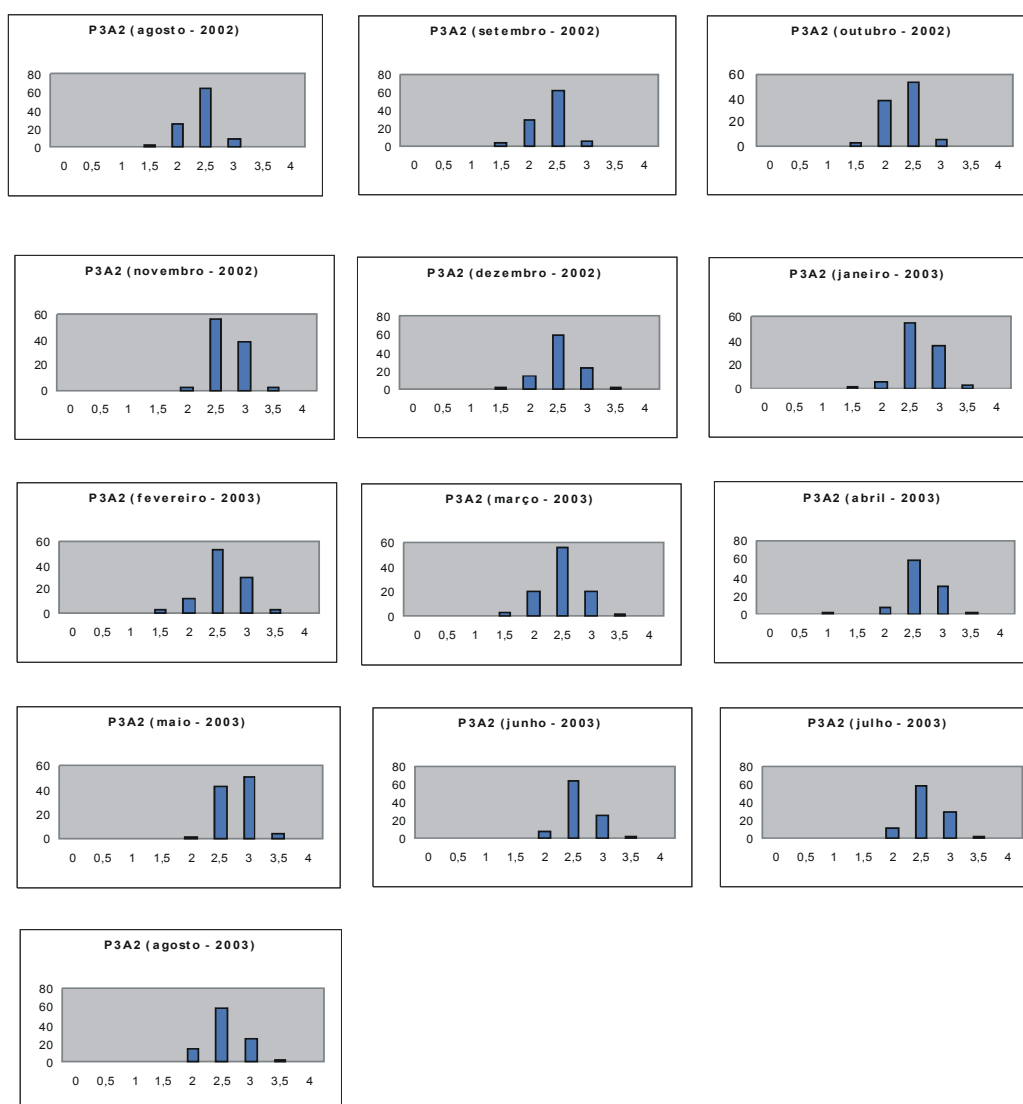


Figura 34. Histogramas de frequência simples, em ϕ , das amostras coletadas no pós-praia do perfil 3 entre agosto de 2002 e 2003.

Na **face praial do perfil 3** diâmetro médio do grão (M_z) é igual a $2,201\phi$, predominando areias finas (92,3%), sendo o restante composto por areias predominantemente médias. O desvio padrão (D_p) médio encontrado foi de $0,413\phi$, predominando amostras bem selecionadas (92,31%) sendo o restante moderadamente selecionadas. Entre estas amostras, 56,83% são aproximadamente simétricas, 20,08% possuem assimetria positiva, 15,4% assimetria negativa e 7,69% assimetria muito negativa, sendo S_{ki} igual a $-0,078$. Quanto à curtose (K_g), 61,5% são mesocúrticas, 23,2% leptocúrticas e 15,3% platicúrticas com $K_g=1,013$. Os histogramas de frequência simples (figura 35) caracterizam amostras unimodais, com diâmetro modal em $2,5\phi$ (areia fina).

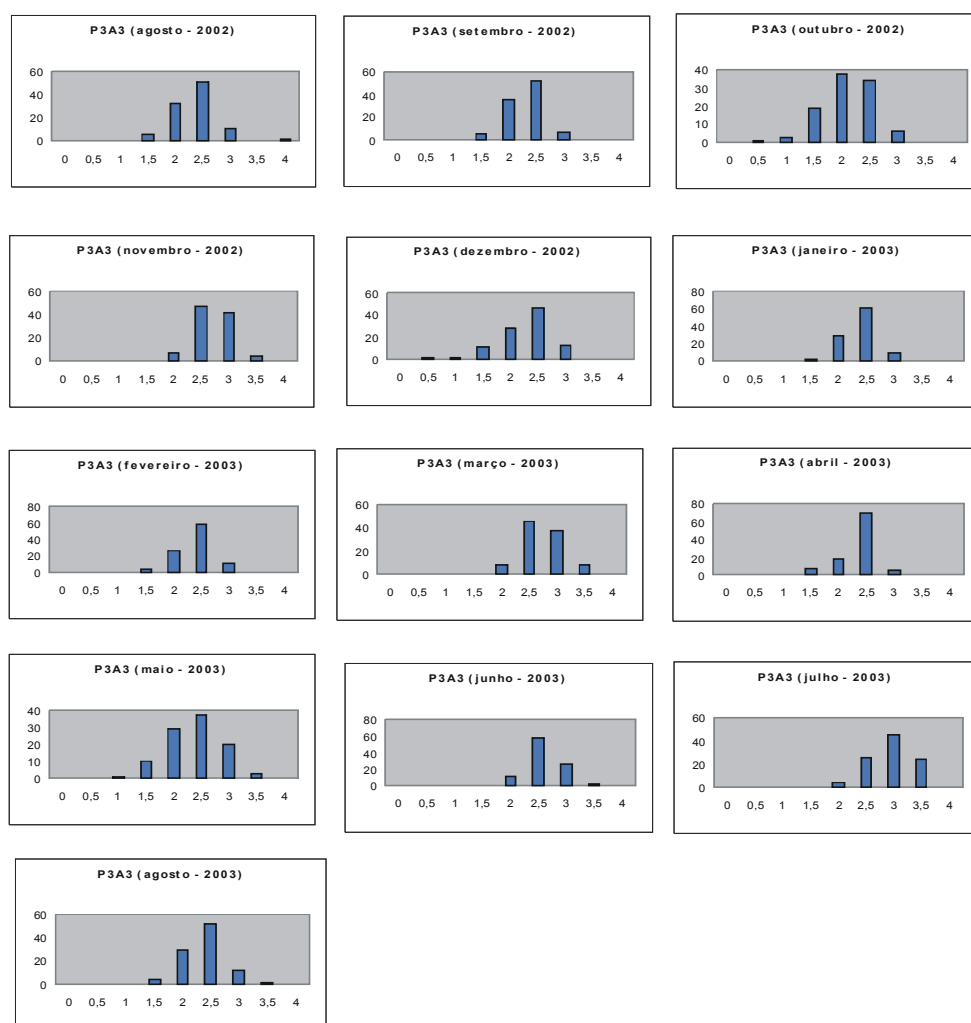


Figura 35. Histogramas de frequência simples, em ϕ , das amostras coletadas na face da praia do perfil 3 entre agosto de 2002 e 2003.

6.2.4. Variação granulométrica do sistema Pântano do Sul - Açores e Solidão

Comparando os dados granulométricos da mesma porção do perfil (base da duna, pós-praia e face praial) durante as 13 campanhas realizadas, pode-se observar que o diâmetro médio do grão (Mz) é menor no perfil 1 e possui tamanhos semelhantes nos perfis 2 e 3.

Na **base da duna frontal** (figura 36), observa-se uma maior variabilidade granulométrica junto ao perfil 1, talvez associada à maiores ou menores concentrações de minerais pesados opacos, que desloca amostras para médias mais finas, como em 16/09/2002, 16/10/2002, ou para mais grossas, como em 18/12/2002. Nos outros perfis o diâmetro médio é geralmente semelhante, com diâmetro mais grosso no perfil 2 em 18/12/2002, 15/07/2003 e no perfil 3 em 13/06/2003, tendo pouca variação.

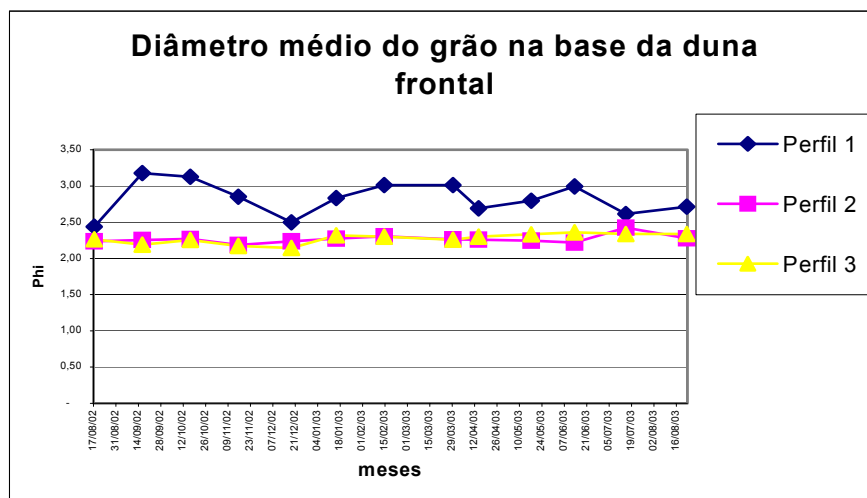


Figura 36. Gráfico com o diâmetro médio do grão (em ϕ) obtido na base da duna frontal entre agosto de 2002 e de 2003.

No **pós-praia** (figura 37), há uma menor variabilidade granulométrica no perfil 1, com exceção da amostra coletada em 16/09/2002, quando o diâmetro médio ficou acima de 3ϕ . Nos outros perfis, o diâmetro médio também é praticamente semelhante, com diâmetro mais grosso no perfil 2 em 16/09/2002, 16/10/2003 e no perfil 3, em 15/11/2002 e 17/05/2003.

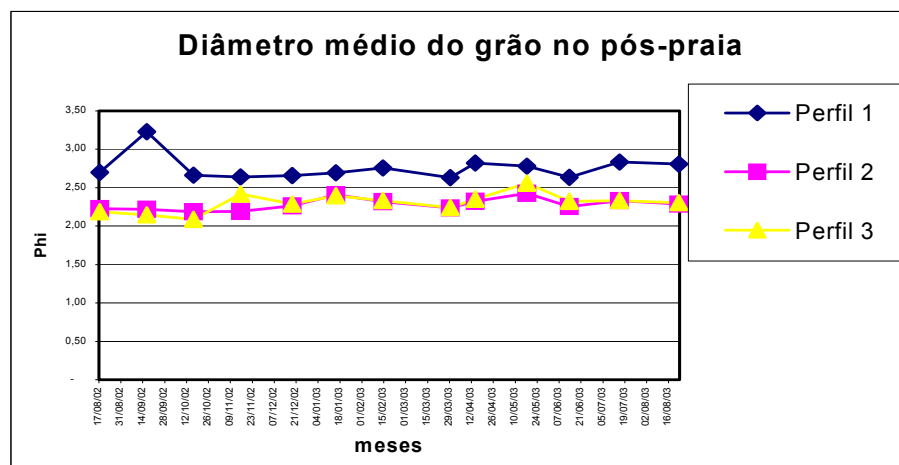


Figura 37. Gráfico com o diâmetro médio do grão (em ϕ) obtido no pós-praia entre agosto de 2002 e 2003.

Na **face praial** (figura 38), existe uma menor diferença no diâmetro médio entre os três perfis, com valores em torno de $2,5\phi$ no perfil 1 em 17/08/2002, 16/09/2002, 14/02/2003 e 22/08/2003. Nos outros perfis, observa-se uma maior variabilidade nos valores médios, com estes podendo chegar a valores inferiores a 2ϕ e superiores a $2,5\phi$, como encontrados no perfil 3 em 16/10/2002 e 15/07/2003. O diâmetro médio do grão foi maior no perfil 2 em relação aos demais perfis em 17/08/2002, 16/09/2002, 16/10/2002, 18/12/2002, 14/02/2003, 14/04/2003, 17/05/2003 e 22/08/2003 e maior no perfil 3 em 15/11/2002, 29/03/2003 e 15/07/2003.

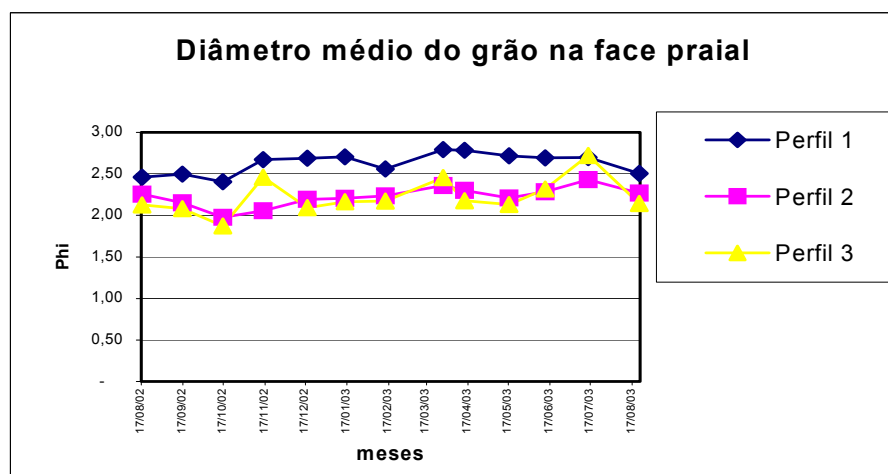


Figura 38. Gráfico com o diâmetro médio do grão (em ϕ) obtido na face praial entre agosto de 2002 e 2003.

Com objetivo de analisar a variação granulométrica espacial ao longo do arco praial com maior detalhe, foram coletadas 22 **amostras representativas no pós-praia**, entre o sistema Pântano do Sul – Açores e a praia vizinha Solidão (tabela 12).

Tabela 12. Planilha com parâmetros estatísticos das amostras representativas coletadas no pós-praia.

Amostra	Localização	Md	Mz	Dp	Ski	Kg	Média	Selecionamento	Assimetria	Curtose
A-1	0	2,943	2,950	0,366	-0,050	0,876	areia fina	bem	aprox. simétrica	platicúrtica
A-2	200	2,862	2,904	0,388	0,070	0,965	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
A-3	400	2,581	2,566	0,372	0,031	0,904	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
A-4	600	2,473	2,501	0,366	0,174	0,862	areia fina	bem	positiva	platicúrtica
A-5	800	2,485	2,510	0,371	0,164	0,863	areia fina	bem	positiva	platicúrtica
A-6	1000	2,329	2,378	0,326	0,194	1,063	areia fina	muito bem	positiva	mesocúrtica
A-7	1200	2,430	2,468	0,327	0,162	0,758	areia fina	muito bem	positiva	platicúrtica
A-8	1400	2,242	2,242	0,294	0,001	1,376	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
A-9	1600	2,273	2,281	0,295	0,055	1,352	areia fina	muito bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
A-10	1800	2,255	2,264	0,352	0,024	1,324	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
A-11	2000	2,409	2,443	0,356	0,081	0,853	areia fina	bem	aprox. simétrica	platicúrtica
A-12	2200	2,317	2,360	0,360	0,092	1,133	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
A-13	2400	2,331	2,354	0,435	0	1,016	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
A-14	2600	2,399	2,433	0,360	0,065	0,887	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
A-15	2800	2,263	2,268	0,405	-0,004	1,217	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
A-16	2900	2,287	2,313	0,394	0,033	1,183	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
A-17	50	2,323	2,369	0,400	0,074	1,059	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
A-18	150	2,393	2,434	0,363	0,098	0,888	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica
A-19	250	2,203	2,174	0,450	-0,079	1,131	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
A-20	350	2,188	2,141	0,370	-0,105	1,171	areia fina	bem	negativa	leptocúrtica
A-21	450	2,325	2,370	0,375	0,084	1,106	areia fina	bem	aprox. simétrica	leptocúrtica
A-22	550	2,694	2,660	0,387	-0,050	1,076	areia fina	bem	aprox. simétrica	mesocúrtica

No arco praial Pântano do Sul – Açores, o diâmetro médio do grão foi de $2,452\phi$, com média oscilando entre $2,2\phi$ e $2,95\phi$. Areias mais finas foram encontradas no setor nordeste da praia. Diâmetros de grão levemente maiores foram encontrados entre 1400 e 2000m de distância do costão nordeste, onde localiza-se o perfil 2 e também no extremo sudoeste da praia, divisa com a praia da Solidão (figura 39). Em relação ao desvio padrão (Dp), há predomínio de amostras bem selecionadas, com exceção das amostras coletadas entre 1000m e 1600m, próximo ao perfil 2, muito bem selecionadas. No arco praial Pântano do Sul – Açores, predominam amostras aproximadamente simétricas, com exceção das amostras coletadas entre 600m e 1200m, que apresentam assimetria positiva. Quanto à curtose (Kg), 37,5% são leptocúrticas, 31,25% mesocúrticas e 31,25% platicúrticas, com $Kg=1,102$.

Na praia vizinha da Solidão, o diâmetro médio do grão foi de $2,358\phi$ entre todas as amostras, oscilando entre $2,1\phi$ e $2,4\phi$ até a porção central desta praia, com diâmetro do grão mais fino no extremo sul desta praia, próximo a ponta das Pacas (figura 39). Predominam

amostras aproximadamente simétricas, com exceção da amostra 4 que possui assimetria negativa. Amostras leptocúrticas e mesocúrticas representam 50% cada, com $K_g=1,071$.

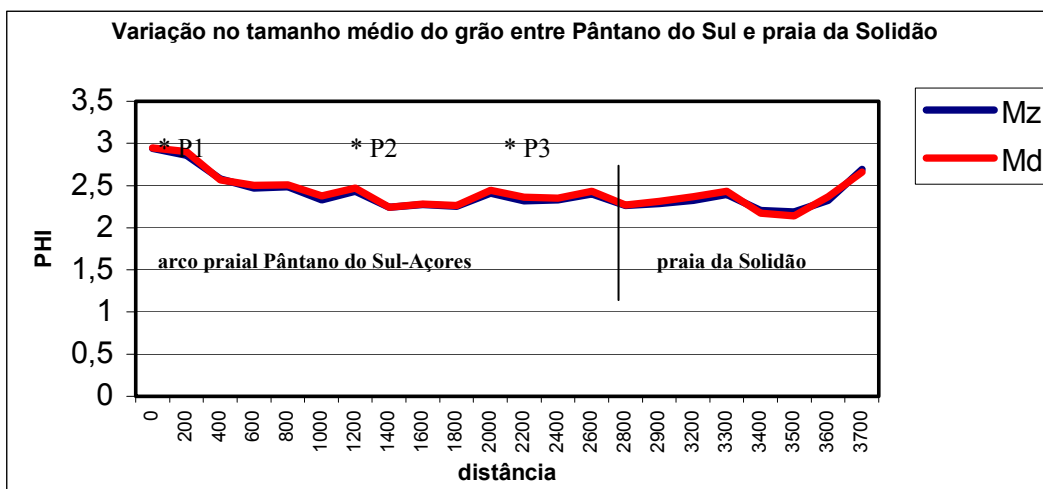


Figura 39. Variação no tamanho médio do grão no pós-praia, em ϕ , entre o arco praial Pântano do Sul - Açores e praia da Solidão, com localização dos perfis e limite entre as praias.

Na praia da Solidão (foto 11), pode-se observar que o diâmetro médio do grão variou conforme o ponto de coleta, com areias um pouco mais finas coletadas nas cúspides praias e um pouco mais grossas junto aos embaixamentos.



Foto 11. Vista da praia da Solidão, com a ponta das Pacas ao fundo (10/11/2003).

Os histogramas de frequência simples das amostras representativas coletadas no pós-praia (figura 40), caracterizam o predomínio de amostras unimodais entre Pântano do Sul e Solidão, com diâmetro modal oscilando entre $3phi$ na porção nordeste do arco praiial Pântano do Sul – Açores e extremo sul da praia da Solidão e $2,5phi$ no restante das praias.

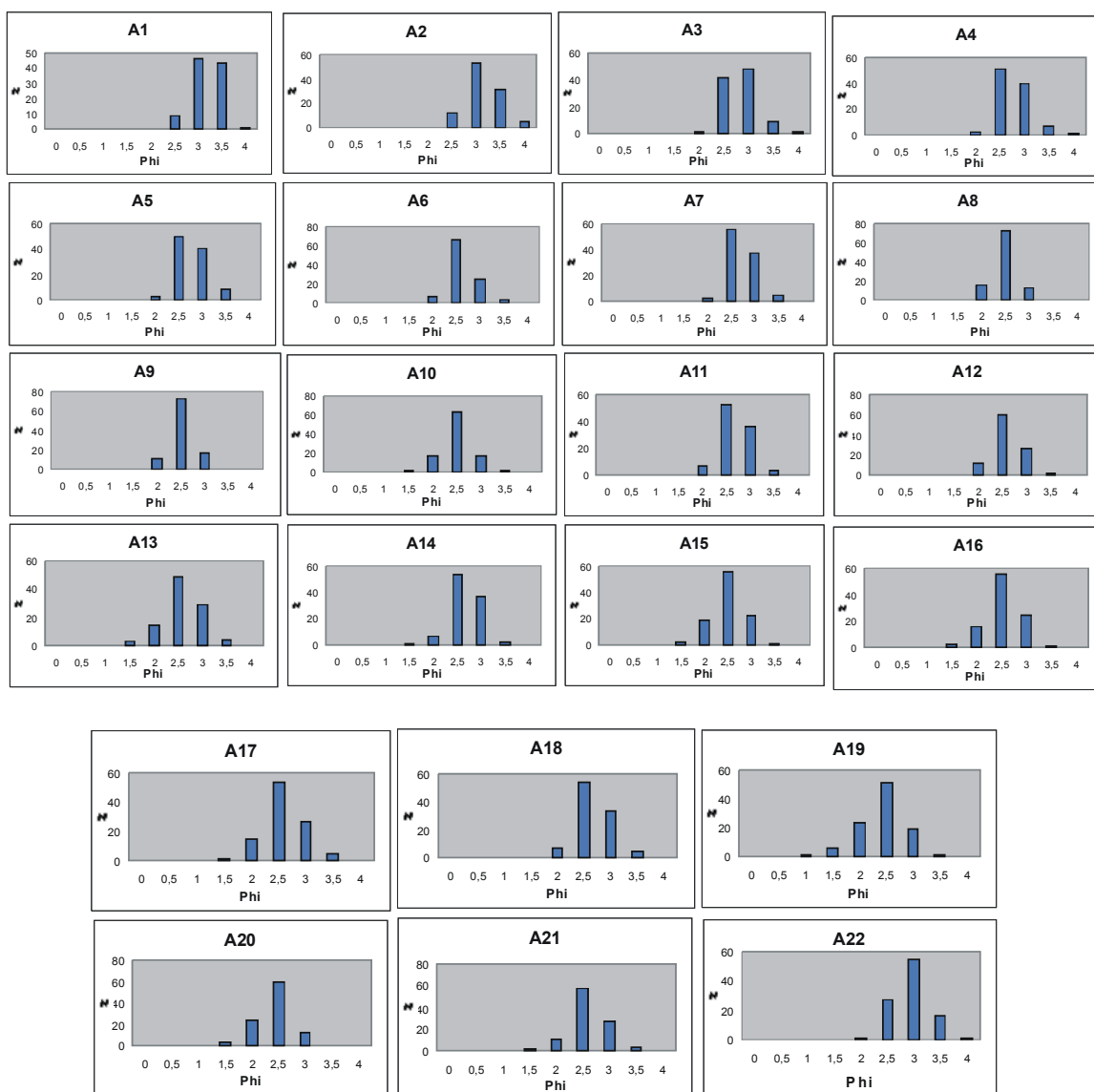


Figura 40. Histogramas de frequência simples, em phi , das amostras representativas coletadas no pós-praia entre Pântano do Sul e Solidão.

6.3. Incidência de ondas na área de estudo

Este subcapítulo apresenta uma caracterização quanto a incidência de ondas ao longo da área de estudo. A tabela 13 apresenta dados das observações visuais, referentes à altura e período de onda, obtidos nos três perfis durante as 13 campanhas realizadas. Também são apresentados os dados referentes a altura, período e direção predominante das ondas obtidos pelo ondógrafo direcional em águas profundas, para os mesmos dias de monitoramento.

Tabela 13. Dados de onda obtidos durante os trabalhos de campo e pelo ondógrafo (altura em metros, período em segundos, incidência em graus).

	Perfil 1		Perfil 2		Perfil 3		Ondógrafo		
Data	Altura	Período	Altura	Período	Altura	Período	Altura	Período	Incidência
17/08/02	0,25	10,61	0,50	10,88	0,70	10,88	1,35	11,32	163,90° (S-SE)
16/09/02	0,30	12,00	1,00	12,20	1,50	12,50	1,66	12,50	158,20° (S-SE)
16/10/02	0,20	8,36	0,30	8,99	0,40	9,06	1,14	8,33	65,83° (NE)
15/11/02	0,20	6,83	0,30	6,93	0,40	7,13	0,87	5,50	62,50° (NE)
18/12/02	0,30	8,31	1,50	8,39	1,50	8,44	*	*	*
15/01/03	0,20	5,69	0,30	5,65	0,40	5,87	1,10	6,82	85,50° (E)
14/02/03	0,20	8,79	0,30	8,63	0,50	8,56	1,36	9,39	186,30° (S)
29/03/03	0,25	9,36	0,40	9,39	1,00	9,33	1,53	9,09	104,70° (SE-E)
14/04/03	0,30	9,64	1,20	9,52	1,50	9,73	*	*	*
17/05/03	0,20	8,20	0,30	10,10	0,40	10,20	*	*	*
13/06/03	0,25	9,75	0,50	9,75	0,80	10,08	1,30	10,25	144,10° (SE)
15/07/03	0,20	8,53	0,40	9,00	0,60	8,83	1,91	11,00	93,29° (E)
22/08/03	0,20	8,73	0,30	8,73	0,40	8,73	1,99	8,20	99,10° (E)

* - Períodos em que o ondógrafo “desgarrou”, interrompendo o fornecimento de dados *on line*.

A tabela 13 mostra um progressivo aumento na altura significativa de onda na praia entre o perfil 1 e o perfil 3, com exceção do dia 18/12/2002, quando a altura significativa foi semelhante entre os perfis 2 e 3.

No perfil 1, situado na porção nordeste da praia, a linha de costa possui orientação E-W, sendo protegida das ondulações de sul/sudeste e vagas de leste/nordeste pelo embasamento cristalino situado a leste. Observa-se que no perfil 1 existe pouca variação no clima de ondas, com valores entre 0,20m e 0,30m durante o período monitorado. Neste setor há uma única barra submersa ativa e consequentemente uma linha de arrebentação (foto 12), onde geralmente as ondas tem forma mergulhante.



Foto 12. Pequena ondulação, com ponto de quebra praticamente junto à face praial, observada no perfil 1 (15/07/2003).

Em direção ao setor sudoeste do arco praial, a linha de costa passa a ter o sentido oscilando de E-W para N-S, estando sujeita a entrada das ondulações de sul/sudeste e parcialmente protegida das vagas de leste/nordeste.

No perfil 2 a altura das ondas oscilaram entre 0,30m e 1,50m durante as campanhas realizadas, com altura característica de 0,56m, com desvio padrão de 0,40m, enquanto que no perfil 3, mais exposto ao clima de ondas, a variação foi entre 0,40m e 1,50m e a altura característica de 0,77, com desvio padrão de 0,45m. Nestes trechos foram observados uma a duas linhas de arrebentação, onde a quebra das ondas variaram entre o tipo mergulhante (foto 13) e deslizante.



Foto 13. Tipo de onda mergulhante observada no perfil 2, estimada em 1m de altura, gerada por ondulação de sul/sudeste (14/04/2003).

Em águas profundas, nos períodos de monitoramento praial, a altura significativa de onda variou de 0,87m a 1,99m, com direção predominante oscilando entre $62,50^\circ$ (NE) e $186,60^\circ$ (S). O período de onda oscilou entre curto ($<7s$) e longo período ($>10s$). Períodos de onda curtos foram encontrados em 15/11/2002 e 15/01/2003, associados a vagas (*sea*) de nordeste/leste. Períodos mais longos foram encontrados nos dias 17/08/2002, 16/09/2002, 17/05/2003 e 13/06/2003, associados à ondulações (*swell*) de sul/sudeste.

6.4. Classificação morfodinâmica da praia

Este subcapítulo apresenta a classificação morfodinâmica do arco praial Pântano do Sul – Açores baseado no modelo sequencial de evolução morfológica sugerido por WRIGHT & SHORT(1984). A tabela 14 apresenta parâmetros morfométricos e adimensionais obtidos através do monitoramento mensal de perfis de praia.

Tabela 14. Parâmetros morfodinâmicos na área de estudo.

Parâmetros	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3
Yb (m)	54,49	40,30	57,03
σYb (m)	7,31	6,06	11,37
CV %	13,40	15,00	19,90
Declividade	2,38	4,23	3,73
$\sigma Declividade$	1,01	1,87	1,46
Vv (m ³ /m)	3,95	4,96	9,79
σVv (m ³ /m)	4,93	4,96	12,97
Mz (<i>phi</i>)	2,737	2,257	2,268
Mz (mm)	0,149	0,209	0,207
σMz (mm)	0,12	0,14	0,20
Ws (cm/s)	1,93	2,65	2,51
Hb (m)	0,23	0,56	0,77
σHb (m)	0,04	0,40	0,45
T (s)	9,22	9,22	9,22
σT (s)	1,86	1,86	1,86
Ω	1,44	2,63	3,71

Yb – largura média da praia em metros; σYb – desvio padrão de Yb; CV% - coeficiente de variação da linha de costa; Declividade – declividade média da face praial em graus; $\sigma Declividade$ – desvio padrão da declividade; Vv – variação do volume médio da porção subaérea da praia; σVv – desvio padrão de Vv; Mz – diâmetro médio do grão em *phi* e em milímetros; σMz – desvio padrão de Mz; Ws - velocidade de sedimentação das partículas em cm/s; Hb – altura significativa de onda em metros; σHb – desvio padrão de Hb; T – período de onda em segundos; σT – desvio padrão de T; Ω - parâmetro adimensional ômega.

No perfil 1, a praia possui largura média (Yb) de 54,49m, com coeficiente de variação da linha de costa (CV) em torno de 13,40%. A declividade média ficou em torno de 2,38° na face praial. Predominam neste trecho areias finas em torno de 2,737*phi*. A variação média de volume (Vv) foi de 3,95m³/m e o desvio padrão (σVv) de 4,93m³/m. A altura significativa de onda (Hb) foi 0,23m, com desvio padrão pequeno, em torno de 0,04m. Quanto a aplicação do parâmetro adimensional ômega (Ω), o perfil 1 obteve valor médio de 1,44, associando a praia,

próximo ao perfil 1, ao estágio intermediário crista canal - terraço de maré baixa de WRIGHT & SHORT (1984). Apesar do comportamento influenciado por pouca energia de onda, o perfil 1 apresentou alguns parâmetros morfométricos típicos de praia dissipativa, como baixa declividade e areias finas.

No perfil 2, setor central do arco praial, a praia possui largura média (Y_b) de 40,30m, com coeficiente de variação da linha de costa (CV) em torno de 15,00%. A declividade média foi de $4,23^\circ$ na face praial. Predominam areias finas neste trecho, em torno de $2,257\phi$. A variação média de volume (V_v) foi de $4,06\text{m}^3/\text{m}$ e o desvio padrão (σV_v) de $4,96\text{m}^3/\text{m}$. A altura significativa de onda (H_b) obtida foi de 0,56m com variação em torno de 0,40m. Quanto a aplicação do parâmetro adimensional ômega (Ω), o perfil 2 obteve valor médio de 2,63. Este perfil apresenta estado morfodinâmico intermediário, variando entre os estágios barra transversal e rip e banco e praia rítmicos de WRIGHT & SHORT (1984) (fotos 14 e 15), observado mais o primeiro estado. Esta porção da praia é influenciada por ondulações de sul/sudeste de maior energia. O perfil tem declividade baixa a moderada, sedimentos finos e presença de correntes de retorno.

No perfil 3, a praia possui largura média (Y_b) de 57,03m, com coeficiente de variação da linha de costa (CV) em torno de 19,90%. A declividade média ficou em torno de $3,73^\circ$ na face praial. Predominaram neste trecho, areias finas em torno de $2,268\phi$. A variação média de volume (V_v) foi de $9,79\text{m}^3/\text{m}$ e o desvio padrão (σV_v) de $12,97\text{m}^3/\text{m}$, mais significativa que nos outros dois perfis. A altura significativa de onda observada (H_b) também foi maior, com altura média de 0,77m e desvio padrão de 0,45m. O parâmetro adimensional ômega (Ω) do perfil 3 demonstrou valor médio de 3,71. Este perfil também apresenta estágio morfodinâmico intermediário, entre os estados barra transversal e rip e banco e praia rítmicos de WRIGHT & SHORT (1984), permanecendo mais no segundo estado. A declividade é baixa a moderada, os sedimentos são finos e há presença de correntes de retorno e correntes longitudinais próximos à este perfil. O perfil 3 está mais exposto a energia das ondulações de sul/sudeste e vagas de leste/nordeste, tendo maior variabilidade sedimentar, podendo apresentar duas barras arenosas submersas.



Fotos 14 e 15. Área de estudo em 14/04/2003 e 15/07/2003, vistas a partir do perfil 2.

7. DISCUSSÃO

Alterações na morfologia das praia arenosas de curta escala temporal devem-se, principalmente, à movimentação transversal de sedimentos ao longo do perfil (BIRKMEIER, 1985; SUNAMURA, 1988).

A análise dos perfis de praia na área de estudo indicaram que alguns períodos erosivos e acrescivos ao longo dos diferentes setores da praia ocorreram sob mesmas condições, erosão após eventos de alta energia de onda e acresção sob predomínio da baixa energia. Durante alguns períodos houve erosão no perfil 1 e acresção nos perfis 2 e 3 e vice-versa. Em outras duas situações, acresção no perfil 2 e erosão nos perfis 1 e 3. Esta praia apresentou boa capacidade de recuperação no estoque sedimentar subaéreo após períodos erosivos.

Pode-se diagnosticar que as variações no arco praial Pântano do Sul – Açores estão associadas a dinâmica costeira, basicamente forçadas por processos hidráulicos introduzidos pelas ondas incidentes, correntes litorâneas e marés sobre o perfil praial. A praia está sujeita a processos erosivos, associados à eventos de alta energia de onda, no caso ondulações de sul/sudeste associadas a sistemas de baixa pressão estabelecidos sobre o oceano e acrescionais, devido a ação, ou o predomínio, da baixa energia de onda. Observou-se que, entre agosto de 2002 e 2003, não foram todos os eventos de alta energia de onda tiveram a capacidade de erodir a praia.

Dois eventos de alta energia de onda atingiram a área de estudo entre 17/08/2002 e 16/09/2002, cujas características das ondulações (*swell*) foram altura significativa acima de 4m, período acima de 10s e direção predominante S-SSE. Houve, neste período, erosão no estoque subaéreo no perfil 1 de $4,56\text{m}^3/\text{m}$, no perfil 2 de $9,32\text{m}^3/\text{m}$ e no perfil 3 de $28,23\text{m}^3/\text{m}$. Entre 29/03/2003 e 14/04/2003, outro evento de alta energia, ocorrido nos dias 12 e 13 de abril, atingiu a costa, causando erosão no perfil 1 de $8,79\text{m}^3/\text{m}$, no perfil 2 de $6,38\text{m}^3/\text{m}$ e no perfil 3 de $10,77\text{m}^3/\text{m}$.

Após os eventos do início de setembro, o perfil 1 apresentou erosão na berma e duna embrionária, aumento na largura da praia em 23m e um pequeno aumento na declividade da face praial em relação ao mês anterior, o perfil 2 apresentou acresção no pós-praia superior, erosão na berma, com diminuição na largura da praia em 10m e aumento na declividade da face praial enquanto que o perfil 3 apresentou erosão no pós-praia e berma, diminuição na

largura da praia e aumento na declividade da face praial. Após o evento de alta energia do início de abril, o perfil 1 apresentou erosão na berma e diminuição na declividade da face praial em relação ao mês anterior, o perfil 2 erosão da berma e declividade estável e o perfil 3 erosão em todo perfil e diminuição na declividade.

Após estes dois períodos erosivos, a praia apresentou alguns parâmetros morfométricos distintos. Entre agosto e setembro, a declividade da face praial aumentou nos perfis enquanto que entre março e abril diminuiu. Estes fatos podem estar associados ao fato de que o monitoramento realizado em setembro ocorreu cerca de dez dias após os eventos de alta energia de onda enquanto que o monitoramento realizado em abril, apenas um dia após o evento de alta energia. No primeiro caso, o estoque sedimentar subaéreo provavelmente já estava em processo de recuperação, fato que não ocorreu no segundo.

Com a diminuição da energia de onda, predominam as vagas (*sea*). A baixa energia favorece a construção sedimentar da praia, com deslocamento de sedimentos para a porção subaérea, formação de uma crista de berma. A berma desenvolvida inibe a ação do varrido no pós-praia superior e duna frontal, favorecendo a expansão da vegetação dunária. A declividade da face praial aumenta pelo deslocamento de sedimentos da zona de surfe para a berma. Estas características estiveram mais presentes na área de estudo no verão.

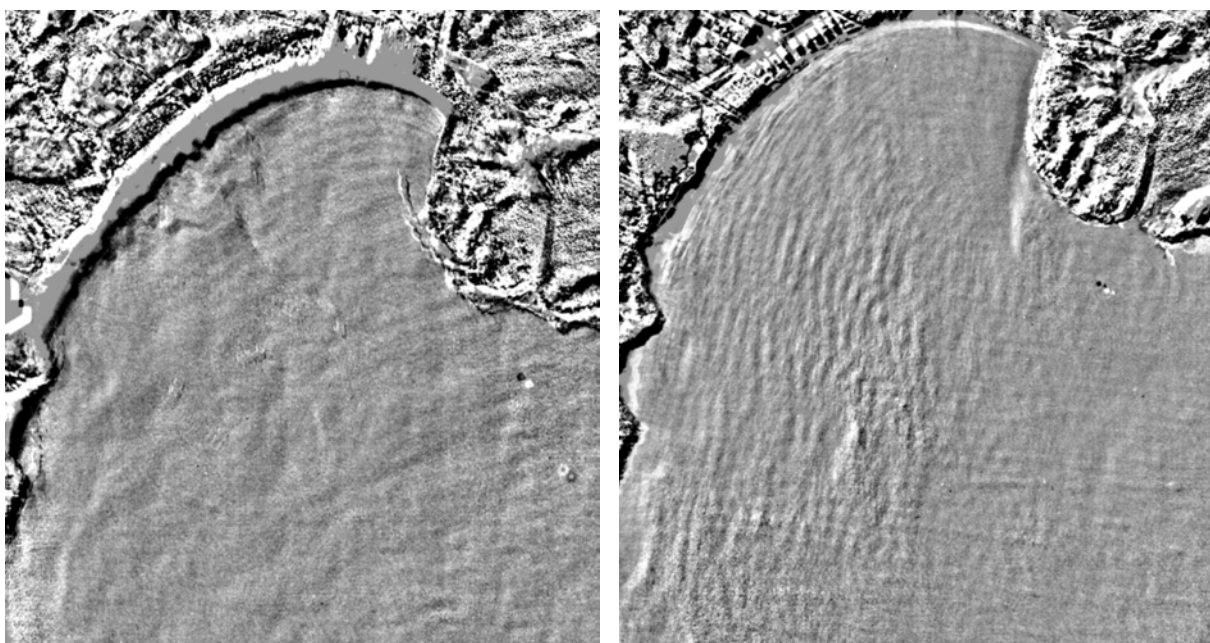
ARAÚJO *et al.* (2003), baseados na análise de dados do ondógrafo, sugeriram que durante o outono-inverno as ondulações (*swell*) prevalecem sobre as vagas (*sea*) e que na primavera as vagas prevalecem sobre as ondulações, identificando uma sazonalidade no clima de ondas. Entre agosto de 2002 e 2003 eventos de alta energia de onda ocorreram com maior frequência no final do inverno de 2002 e outono-inverno de 2003, enquanto que a baixa energia de onda predominou entre outubro de 2002 e março de 2003. De uma maneira geral, a praia apresentou regime sazonal quanto às variações no estoque sedimentar subaéreo, com acreção durante o final da primavera e verão e erosão no outono inverno, como resposta as variações do clima de ondas durante este período.

Processos de erosão e acreção encontrados nos perfis também relacionam-se com a formação e migração de feições rítmicas, como cúspides praiais e embaixamentos, feições típicas encontradas na área de estudo, principalmente nos perfis 2 e 3. A praia apresentou morfologia plana à convexa junto à cúspides praiais, pendendo à um estado côncavo junto aos embaixamentos, apresentando significativa variação de volume entre tais feições, como

demonstrado na figura 23, podendo, em alguns períodos, mascarar a relação encontrada entre a variação do estoque sedimentar e o clima de ondas na área.

O arco praial Pântano do Sul – Açores pode ser considerado como uma praia semi-protegida da energia das ondas. Através do monitoramento realizado, foi possível identificar um aumento da energia de onda do setor nordeste, perfil 1, sujeito a baixa energia, para o setor sudoeste, perfis 2 e 3, sujeitas a níveis de energia de onda moderados à altos.

As fotos abaixo, obtidas em 1957 (1:25000) e 1978 (1:25000), demonstram duas situações de entrada de trens de ondas ao longo do arco praial. A foto à esquerda, de 1957, demonstra uma ondulação com direção predominante de sul. A foto à direita, de 1978, demonstra uma ondulação mista, provavelmente de sudeste/leste.



Fotos 16 e 17. Fotografias aéreas do arco praial Pântano do Sul- Açores, sob contraste, demonstrando trens de onda.

O contraste aplicado nas fotografias aéreas permitiu realçar contrastes na textura, permitindo observar cristas e cavas nas ondulações. Na primeira situação (1957), os trens de onda atingem praticamente todo o arco praial, enquanto que na segunda situação (1978), atingem principalmente os setores central e sudoeste do arco praial. Na porção superior de ambas as fotos, setor nordeste do arco praial, pode-se observar uma zona de difração, chamada

zona de sombra, bem definida na foto à direita enquanto que na foto à esquerda ocupa um pequeno trecho próximo ao promontório rochoso.

Variações espaciais na zona de arrebentação, geram diferenças em comportamento praiar e ocorrem devido à transformação sofrida pelas ondas à medida que estas se propagam em águas rasas, sendo influenciadas entre outras pela declividade, largura, batimetria e tipo de fundo da plataforma continental e orientação da linha de costa (CALLIARI & KLEIN, 1993). Segundo KLEIN *et al.* (1997), quanto mais protegida uma praia, menor são as variações no estoque sedimentar, evidenciando assim uma característica mais constante do clima de ondas junto à costa, pois as variações morfológicas são um reflexo do clima de ondas numa região.

Valores médios encontrados ao longo dos perfis, indicam que a altura de onda (H_b), a variação da linha de costa σY_b (m), o coeficiente de variação da linha de costa (CV), o volume médio (V_v), a variação de volume σV_v (m^3/m) e o parâmetro adimensional ômega (Ω) aumentam progressivamente do perfil 1 para o 3. O diâmetro médio do grão (M_z), a velocidade de sedimentação das partículas (W_s) e a declividade da face praiar apresentaram maiores valores no perfil 2.

Valores de ômega obtidos nos três perfis demonstram uma praia com estado intermediário segundo a classificação proposta por WRIGHT & SHORT (1984), podendo variar entre barra – cava longitudinal, num período de alta energia de onda no perfil 3 a um estado crista canal – terraço de maré baixa, no setor nordeste onde predomina a baixa energia, ou nos outros setores num máximo acrescivo, predominando ao longo do arco praiar os estados intermediários banco e praia rítmicos e barra transversal e rip.

KLEIN & MENEZES (2001), estudando praias do litoral centro-norte catarinense sugeriram a distinção de dois tipos de praias reflectivas: Em áreas expostas, com grande quantidade de material e alta mobilidade, devido a variação no clima de ondas, possuindo uma ou duas bermas, e em ambientes semi-protegidos e protegidos, com menor variação no estoque sedimentar, sedimentos médios a grossos, perfil côncavo a linear, baixo volume de sedimentos e ausência de dunas frontais. Segundo estes autores, praias intermediárias podem apresentar menor mobilidade no estoque sedimentar subaéreo do que praias reflectivas expostas, pelo fato da energia ser dissipada na porção subaquosa.

Para KLEIN & MENEZES (2001), praias dissipativas podem ocorrer em três tipos, segundo o grau de exposição: Em áreas expostas são bem desenvolvidas, com zona de surfe larga composta por duas ou mais barras, elevado estoque de sedimentos na porção subaquosa da praia e pequena mobilidade do estoque sedimentar. Em ambientes semi-protegidos não possuem bancos na zona de surfe, o perfil é côncavo à linear e é composta por sedimentos finos, podendo desenvolver um terraço de maré baixa, com uma barra na posição de maré baixa durante a baixa energia. Em áreas protegidas possuem perfis côncavos e praia estreita, sendo compostas por areias finas, podendo ocorrer lama na antepraia.

Na zona de sombra, perfil 1, a baixa declividade e a presença de areias finas a muito finas, podem enquadrar a praia como dissipativa sem bancos, conceito utilizado por KLEIN & MENEZES (2001), uma classificação baseada na morfologia da praia, não considerando o nível de energia de onda. Segundo NORDSTROM & JACKSON (1990); MASSELINK & TURNER (1999), a morfodinâmica de praias de zonas de sombra sujeitas a micromarés, em estuários ou praias de enseada podem ter muitos aspectos similares a praias de macromarés, desde que diferenças na variação de maré sejam compensadas pela variação na energia de onda.

Este comportamento morfodinâmico pode ocorrer na porção nordeste do arco praial, que, mesmo com pouca energia de onda, sofre os efeitos gerados pelas marés meteorológicas na região. Nesta área, a praia é protegida da ação direta das ondulações. A ação dos eventos de alta energia não gera ondas de grande esbeltez junto à praia e sim um significativo avanço da maré, que gera erosão, inclusive com degradação da área urbana.

Nos outros setores da praia, perfis 2 e 3, ao longo das campanhas realizadas, observou-se processos de circulação transversais à costa, como correntes de retorno (foto 18), o que caracteriza a praia como tipicamente intermediária.



Foto 18. Corrente de retorno observada entre os perfis 2 e 3 (15/07/2003).

Conforme o modelo de evolução morfológica proposto por WRIGHT & SHORT (1984), correntes de retorno, megacúspides e embaiaamentos são mais desenvolvidas sob baixa/moderada energia de onda. A alta energia faz com que o sistema praial perca a morfologia rítmica, resultado da significativa ação do varrido. A linha de costa fica mais retilínea e as cúspides são aplainadas pela ação do varrido (*overwash*).

Correntes longitudinais também foram observadas, principalmente à sudoeste da praia, próximo ao perfil 3. Estas correntes geralmente tem sentido nordeste/sudoeste, mesmo sob influência das ondulações de sul/sudeste. A foto 19, com escala 1:8.000, obtida em maio de 2002, demonstra as porções central e sudoeste do arco praial Pântano do Sul - Açores.

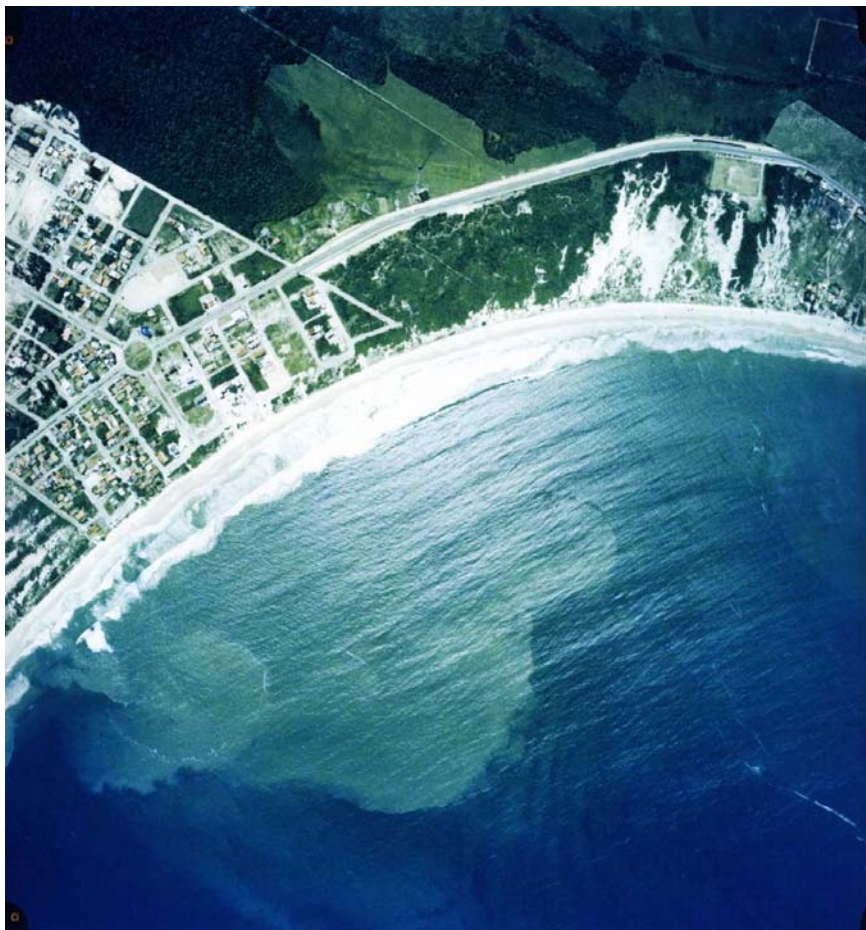


Foto 19. Fotografia aérea do arco praial na escala 1:8.000, obtida em maio de 2002.

Na parte direita da foto 19, em direção à nordeste da praia, pode-se observar que a barra arenosa se solda à praia, enquanto que na parte esquerda da foto, em direção à sudoeste, podem-se observar duas barras, provavelmente havendo presença de correntes de retorno e correntes longitudinais. Detecta-se nesta foto um ponto onde a barra foi rompida, formando uma pluma de sedimentos para além da zona de arrebentação.

Para inferir sobre processos de transporte lateral de sedimentos utilizou-se o modelo proposto por McLAREN (1981). Segundo este autor, as características de um depósito sedimentar, tais como média, desvio padrão e assimetria, são herdados de sua fonte e dependentes de processos de segregação granulométrica, deposição seletiva da distribuição granulométrica durante o transporte de sedimentos e deposição total da distribuição granulométrica durante o transporte sedimentar.

Por este modelo, quando a energia de onda aumenta no sentido do transporte, há uma tendência das amostras apresentarem sedimentos mais grossos, de melhor selecionamento e assimetria mais positiva em relação a área fonte. Quando a energia diminui no sentido do transporte há uma tendência das amostras representarem sedimentos mais finos, melhor selecionamento e assimetria mais positiva em relação a área fonte. As prováveis áreas fonte de sedimento da área de estudo são os depósitos marinho praial do Pleistoceno Superior e do Holoceno bem como os encontrados na plataforma continental de Florianópolis.

As características granulométricas encontradas no arco praial Pântano do Sul – Açores indica que, nos perfis, a assimetria apresentou valores mais positivos no perfil 1 e negativos no perfil 3. Nas amostras representativas coletadas no pós-praia, com espaçamento de 200m em 200m, a assimetria foi mais positiva entre 600m e 1400m, entre o perfil 1 e o perfil 2. Quanto ao grau de selecionamento das amostras, por perfil, o desvio padrão foi menor no perfil 2, indicando melhor selecionamento. As amostras representativas coletadas no pós-praia, com espaçamento de 200m em 200m, indicaram menores valores no desvio padrão entre 1000m e 1600m do costão nordeste, próximo ao perfil 2.

Apesar das limitações do modelo de McLAREN (1981), este indicou que pode haver um transporte sedimentar partindo do perfil 3, localizado mais próximo da área fonte, para o perfil 2, sentido contrário ao observado em campo. O perfil 2 apresentou melhor selecionamento e o perfil 1 assimetria mais positiva, podendo haver transporte do perfil 1 para o perfil 2 e vice-versa, segundo este modelo.

Adjacente ao perfil 2 há desenvolvimento de um campo de dunas, o que pode indicar um aporte predominante para a porção central do arco e não para a porção nordeste. O perfil 2, ao longo de um ano foi o que recebeu maior aporte sedimentar, mesmo durante períodos que os perfis 1 e 3 eram erodidos. Por outro lado, os sedimentos do setor nordeste da praia podem ter menor grau de seleção pelo fato do diâmetro médio dos minerais pesados serem menores.

A variação lateral no diâmetro médio do grão provavelmente esta associada a variação na altura de onda ao longo da praia. No perfil 1 o diâmetro médio foi de $2,737\phi$ e a altura característica de onda de 0,23m. Nos perfis 2 e 3 o diâmetro médio foi de $2,257\phi$ e $2,268\phi$ respectivamente, enquanto que a altura característica de onda de 0,56m e 0,77m. Esta relação indicou que sedimentos mais finos estão associados a altura de onda na área de estudo.

KLEIN *et al.* (2003), utilizaram o modelo parabólico desenvolvido por SILVESTER & HSU (1993) para classificar o arco praial Pântano do Sul – Açores segundo o grau de equilíbrio em planta (figura 41). Este modelo baseia-se em relações entre características da praia e o ângulo de incidência das ondas sobre a praia. Sua aplicação é extraída por meio de fotografias aéreas.

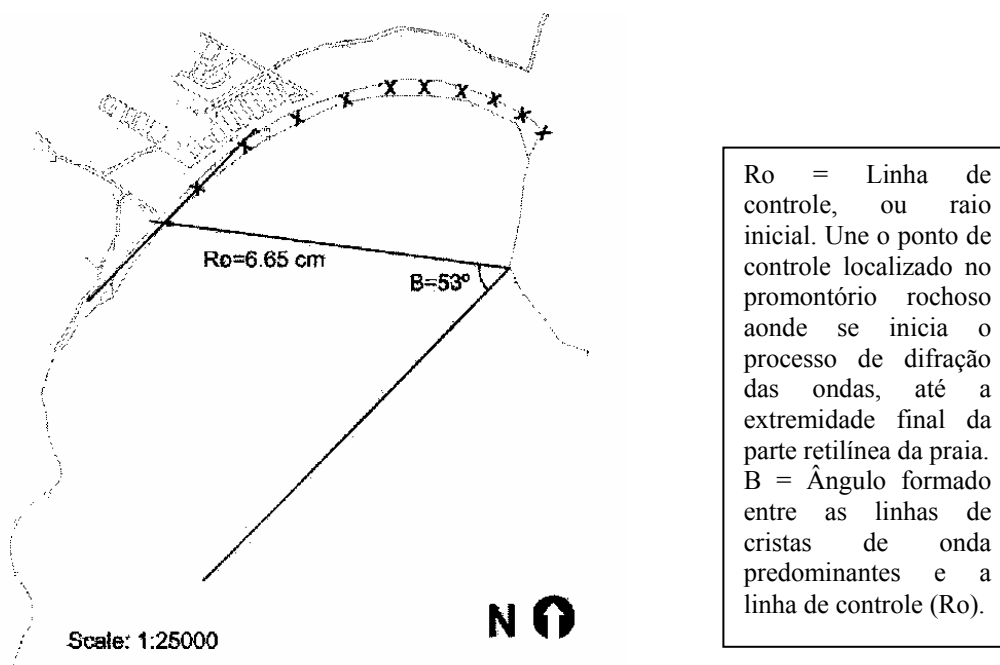


Figura 41. Aplicação do modelo parabólico para o arco praial Pântano do Sul – Açores (Fonte: KLEIN *et al.*, 2003).

Estes autores classificaram o arco praial Pântano do Sul - Açores como uma praia em equilíbrio estático, onde trocas sedimentares transversais à linha de costa e entre as periferias são anuladas, mantendo a linha de costa com certa estabilidade. Muitos autores não acreditam na existência de praias em equilíbrio estático, pois todas as praias estão sujeitas à diversos processos dinâmicos, como os descritos anteriormente, sendo tal conceito mais um aspecto teórico (CALLIARI, *com. pes.*).

Diferenças no nível de energia de onda, bem como das características morfodinâmicas e granulométricas nas praias da ilha de Santa Catarina foram diagnosticadas também por outros autores. A figura 42 demonstra a localização de 27 perfis de praia monitorados nas praias da ilha.

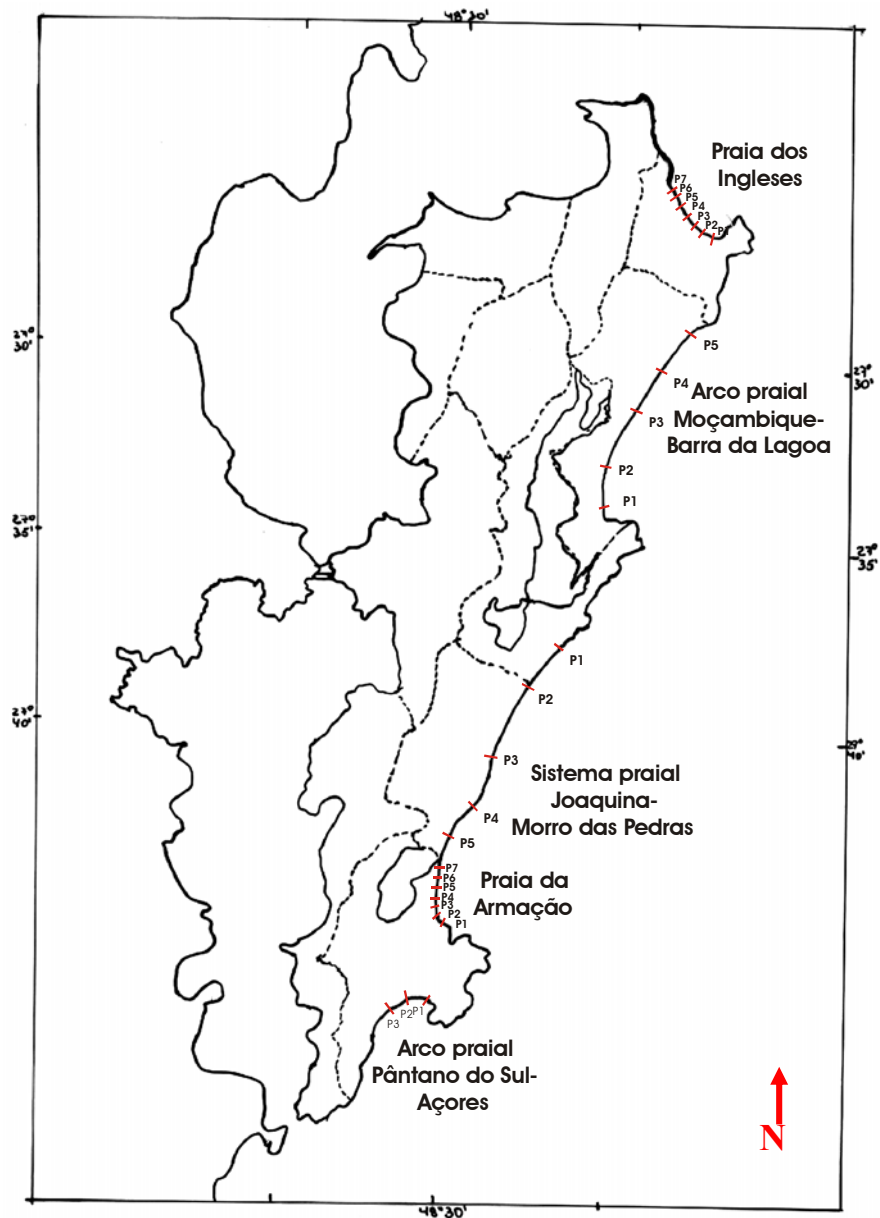


Figura 42. Mapa da ilha de Santa Catarina com localização de perfis monitorados na praia dos Ingleses por FARACO (2003), arco praial Moçambique – Barra da Lagoa por LEAL (1999), sistema Joaquina – Morro das Pedras por TORRONTÉGUY (2002), praia da Armação por ABREU DE CASTILHOS (1995) e arco praial Pântano do Sul – Açores (este trabalho).

Na ilha de Santa Catarina, muitas praias possuem forma de enseada em planta, com diferentes graus de curvatura, expostas a diferentes direções de incidência de onda, de acordo

com a localização dos promontórios rochosos e orientação de cada praia, estando sujeitas à diferentes processos de circulação hidrodinâmica e sedimentar.

Em cada uma destas praias, há diferentes níveis de energia de onda, e consequentemente características morfológicas e granulométricas distintas. A tabela 15 apresenta parâmetros obtidos através do monitoramento de perfis de praia, efetuados com periodicidade mensal.

Tabela 15. Parâmetros morfodinâmicos de praias da ilha de Santa Catarina

Parâmetros Localização	N	Hb (m)	T (s)	Mz (<i>phi</i>)	Ws (cm/s)	Decliv.	Yb (m)	σ Yb (m)	CV (%)	Vv (m ³ m)	Ω
Ingleses 1	9	0,26	7,34	2,47	1,90	4,02	36,60	3,69	10,08	4,79	1,85
Ingleses 2	9	0,35	8,01	2,37	2,12	3,57	50,80	5,35	10,51	5,87	2,06
Ingleses 3	9	0,34	7,81	2,40	2,05	3,69	41,00	8,89	21,65	6,65	2,12
Ingleses 4	9	0,46	8,25	2,30	2,28	3,95	52,30	11,60	22,16	8,05	2,44
Ingleses 5	9	0,74	10,43	2,32	2,23	3,34	103,20	20,18	19,54	23,26	3,18
Ingleses 6	9	0,75	10,33	2,29	2,30	3,25	63,60	10,58	16,61	12,65	3,50
Ingleses 7	9	0,76	10,32	2,23	2,45	2,88	69,00	11,11	16,10	14,10	3,00
Moçambiq.-Barra 1	14	0,40	11,27	2,49	1,86	5,70	47,00	10,74	12,89	1,17	1,90
Moçambiq.-Barra 2	13	0,90	11,80	1,43	5,17	8,30	45,00	25,58	23,83	3,98	1,47
Moçambiq.-Barra 3	16	1,00	12,01	0,95	7,63	9,00	31,00	21,02	16,84	2,27	1,09
Moçambiq.-Barra 4	8	0,95	11,78	1,27	5,91	9,80	49,00	11,32	42,79	2,52	1,36
Moçambiq.-Barra 5	14	0,85	12,00	2,38	2,09	5,00	44,00	9,32	11,13	2,40	3,38
Joaquina-Morro 1	10	1,52	9,03	2,41	2,03	2,50	80,20	13,46	17,00	22,05	8,30
Joaquina-Morro 2	10	1,12	8,76	2,16	2,82	3,82	49,20	5,45	11,00	3,87	4,43
Joaquina-Morro 3	10	0,73	9,31	2,32	2,07	2,26	46,20	10,40	22,00	7,19	3,78
Joaquina-Morro 4	10	0,81	9,47	2,32	2,70	2,50	87,00	21,00	24,00	14,64	4,13
Joaquina-Morro 5	10	1,25	9,36	1,0/1,5	7,95	5,78	43,60	7,63	17,00	12,97	1,6/2,6
Armação 1	13	0,50	11,90	2,78	1,42	9,30	9,85	3,75	38,07	1,48	2,96
Armação 2	14	0,66	12,50	2,69	1,42	11,20	35,00	12,00	34,28	4,35	3,72
Armação 3	14	0,73	12,07	1,69	3,91	12,70	38,00	11,00	28,94	3,31	4,27
Armação 4	14	0,91	11,50	-0,25	13,62	16,60	38,00	10,00	26,00	3,32	0,58
Armação 5	14	0,93	11,90	0,42	8,72	21,50	41,00	7,00	17,07	11,20	0,89
Armação 6	14	1,01	11,60	0,30	10,19	19,30	30,00	7,50	25,00	11,50	0,85
Armação 7	14	1,04	11,70	0,23	10,19	20,50	37,00	7,50	20,17	12,20	0,87
Pant. Sul.-Açores 1	13	0,23	9,22	2,73	1,93	2,38	54,49	7,31	13,41	3,95	1,44
Pant. Sul.-Açores 2	13	0,56	9,22	2,25	2,65	4,23	40,30	6,06	15,03	4,96	2,63
Pant. Sul.-Açores 3	13	0,77	9,22	2,26	2,51	3,73	57,03	11,37	19,93	9,79	3,71

N – Número de amostragens; Hb – altura significativa de onda em metros; T – período de onda em segundos; Mz – diâmetro médio do grão em *phi*; Ws - velocidade de sedimentação das partículas em cm/s; Decliv. – declividade média da face praial em graus; Yb – largura média da praia em metros; σ Yb – desvio padrão de Yb; CV% - coeficiente de variação da linha de costa; Vv – variação do volume médio da porção subaérea da praia Ω - parâmetro adimensional ômega.

Diferenças encontradas ao longo destas praias podem estar relacionadas ao grau de exposição das praias, características morfológicas e granulométricas da plataforma continental interna, entre outras. No norte da ilha de Santa Catarina, por exemplo, a plataforma continental é mais estreita com isóbata de 50m estando a menos que 5km da linha de costa, sendo

composta por sedimentos areno-sílticos (CORRÊA *et al.*, 1996) enquanto que no sul da ilha esta distância pode chegar a 13km na isóbata 50m, com presença de sedimentos areno-argilosos.

A tabela 15 demonstra que apenas a praia da Joaquina apresenta estado dissipativo, com Ω acima de 6 ($\Omega=8,30$) e trechos da praia da Armação um estado reflectivo, com Ω abaixo de 1 (Ω entre 0,58 a 0,87) segundo a classificação proposta por WRIGTH & SHORT (1984). O restante das praias exibiram estado intermediário.

Algumas destas praias intermediárias podem se enquadrar nos estados reflectivo e dissipativo segundo a nomenclatura utilizada por KLEIN & MENEZES (2001), como trechos protegidos com baixa declividade e sedimentos finos classificados como dissipativo sem bancos e praias de alta energia com areias médias a grossas, com declividade moderada a alta classificadas como reflectivas.

Praias de enseada com moderado nível de energia moderado e alta variabilidade são comuns nesta região onde as ondulações sofrem influência dos costões (embasamento cristalino). Nestas praias, quanto maior a exposição do perfil praial em relação a intensidade e direção de incidência predominante das ondulações, maiores são as variações morfológicas, podendo também serem influenciadas pela abundância de sedimentos que as compõem.

Muitas destas praias apresentam maiores variações no setor central, onde há maior tamanho de grão, declividade e altura de onda, como demonstrado por LEAL (1999) no arco praial Moçambique - Barra da Lagoa e por TORRONTÉGUY (2002) entre Campeche e Joaquina. Outras apresentam valores crescentes no diâmetro médio do grão (Mz) e declividade da face praial em direção à uma extremidade, como na Armação e Ingleses, como demonstrado por ABREU DE CASTILHOS (1995) e FARACO (2003), que encontraram valores crescentes de sudeste para nordeste, assim como entre Campeche e Morro das Pedras, onde TORRONTÉGUY (2002) encontrou valores crescentes de nordeste para sudoeste.

Zonas protegidas da energia das ondas por promontórios rochosos podem ser encontradas no setor sul da praia da Armação, setor sul do sistema praial Moçambique – Barra da Lagoa, setor sul da praia dos Ingleses e setor central do sistema Joaquina – Morro das Pedras (pontal do Campeche). Estas zonas geralmente possuem menor energia de onda, tendo

menor diâmetro do grão, declividade baixa a moderada (entre 2° e 6°) e mobilidade sedimentar baixa a moderada e baixos valores de ômega.

Ao longo do arco praial Pântano do Sul – Açores há duas importantes peculiaridades em relação as praias da ilha citadas acima: sua orientação e posição da zona de sombra. Esta praia possui orientação predominante NE-SW, exposta às ondulações de maior energia (sul/sudeste) e abrigadas das vagas de leste/nordeste. Mesmo com linha de costa voltada para o quadrante sul/sudeste, possui zona de sombra situada à norte (nordeste).

O ângulo de incidência das ondas no arco praial é também influenciado pelo arquipélago das Três Irmãs, situados à sudeste da área. Estas ilhas impedem parcialmente a incidência das ondulações de sul no arco praial. Observa-se que geralmente os trens de onda que atingem a área de estudo passam entre a ponta do Marisco e o arquipélago das Três Irmãs.

8. CONCLUSÕES

⇒ O arco praial Pântano do Sul – Açores representa uma típica praia de enseada semi-protegida da energia das ondas. A porção nordeste da praia é protegida da energia direta das ondas, incidindo ondas difratadas pela ponta do Marisco. O limite da zona de sombra varia ao longo do tempo dependendo da direção e/ou predomínio das ondulações incidentes.

⇒ No perfil 1 a altura característica de onda foi baixa (0,23m), com pequena variação (0,042m). A porção central recebe influência das ondulações de sul/sudeste sendo protegida das ondas de leste/nordeste. No perfil 2 a altura característica foi de 0,56m, com variação de 0,40m. A porção sudoeste do arco praial é mais exposta ao regime de ondas, recebendo ondulações de sul/sudeste e vagas de leste/nordeste. O perfil 3 apresentou a maior altura característica (0,77m) e a maior variação no regime de ondas (0,45m).

⇒ Quanto a morfologia e variação no estoque sedimentar subaéreo da praia, os dados obtidos nos perfis praias indicam que no setor nordeste da praia, perfil 1, a declividade, o coeficiente de variação da linha de costa (CV), a variação de volume subaéreo médio (Vv) e o desvio padrão da variação de volume médio (σVv) são menores que nos outros perfis. O perfil 2 apresenta maior declividade na face da praia enquanto que o perfil 3 apresenta maior largura da praia (Yb), variação na largura da praia (σYb), coeficiente de variação da linha de costa (CV), variação de volume subaéreo médio (Vv) e o desvio padrão da variação de volume médio (σVv), demonstrando uma relação entre a incidência e variação no regime de ondas e a variabilidade da praia.

⇒ Em relação a granulometria, o diâmetro médio do grão é mais fino no setor nordeste da praia (zona de sombra), com valores equivalentes no restante do arco praial. O diâmetro médio é levemente maior na porção central. Comparando o diâmetro médio por perfil, ficou estabelecido que o diâmetro médio é geralmente menor na base da duna frontal e maior na face da praia. Quanto ao grau de seleção das amostras, possuem melhor selecionamento na porção central da praia, próximo ao perfil 2. Em relação a cada perfil, tiveram melhor selecionamento na base da duna frontal nos perfis 2 e 3 e na face da praia no perfil 1. A

granulometria pode também estar associada a variação na altura de arrebentação de ondas ao longo da praia.

⇒ Variações no estoque sedimentar subaéreo responderam ao regime ondulatório. Períodos de erosão ocorreram durante eventos de alta energia de onda, caracterizados por ondulações de sul/sudeste, associados a marés meteorológicas, deixando um perfil praias mais plano. Esta praia demonstrou poder de recuperação no estoque sedimentar subaéreo após os eventos de alta energia de onda. Períodos de acresção ocorreram sob o predomínio da baixa energia de onda, geralmente formando uma berma entre a face praias e o pós-praias. Estas variações são mais significativas nas áreas mais expostas às ondulações incidentes, embora tenham ocorrido em menor proporção na zona de sombra da praia.

⇒ De uma forma geral, houve sazonalidade no estoque sedimentar do arco praias, com acresção no final da primavera e verão e erosão no outono e início do inverno, associado basicamente ao clima de ondas na região. Durante eventos de alta energia, a praia geralmente perde seu estoque sedimentar subaéreo, demonstrando, posteriormente, uma recuperação do estoque. A variação no estoque sedimentar subaéreo da praia pode também ser relacionada à presença de cúspides praias e embaixamentos.

⇒ Trocas de sedimentos entre a porção subaérea e subaquosa da praia foram observadas durante o período monitorado. O balanço sedimentar foi preliminarmente inferido devido ao curto período de monitoramento (1 ano), pois mudanças notáveis na morfologia das praias arenosas geradas pelo transporte líquido de sedimentos são aparentes numa escala temporal de décadas ou mais (SUNAMURA, 1988). Trocas sedimentares transversais, entre as porções subaérea e subaquosa da praia foram caracterizadas, o que não ocorreu com o transporte longitudinal, que embora tenha sido observado, o método utilizado não se demonstrou eficiente.

⇒ Embora a frequência de observações morfodinâmicas não tenha sido consideravelmente elevada, a variabilidade descrita pelos parâmetros morfométricos, envelope de perfis e observação de fotos aéreas indicam a existência de uma praia intermediária sujeita

a diversos estados morfodinâmicos, tendo diferentes comportamentos. Na zona de sombra o estado predominante foi o intermediário terraço de maré baixa de WRIGHT & SHORT (1984), com zona de surfe estreita, com cerca de 40 metros, embora apresenta algumas características de praias dissipativas, como perfil plano e areias finas. Nas porções mais expostas da praia, esta praia varia entre os estados intermediários banco e praia rítmicos e barra transversal e rip de WRIGHT & SHORT (1984), cuja largura da zona de surfe é superior a 50 metros, apresentando cúspides praias e correntes de retorno.

⇒ Trabalhos futuros nesta área devem prosseguir o monitoramento, a fim de caracterizar as trocas sedimentares longitudinais observadas, medir o deslocamento de cúspides praias num curto período, focar processos hidrodinâmicos e transformação de ondas em águas rasas através de modelos numéricos, mapear com detalhe a batimetria e a constituição da plataforma interna e estudar o comportamento dos minerais pesados, principalmente a relação entre o diâmetro médio e a densidade em relação aos grãos de quartzo.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABREU DE CASTILHOS, J. 1995. *Estudo evolutivo, sedimentológico e morfodinâmico da praia da Armação, ilha de Santa Catarina*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geografia, UFSC. 134p.

ABREU DE CASTILHOS, J. & GRÉ, J.C.R. 1997. Praias da ilha de Santa Catarina: Caracterização morfológica e problemas de erosão costeira. *6º Congresso da ABEQUA*, Curitiba, 388-392pp.

ARAUJO, C.E.S.; FRANCO, D.; MELO FILHO, E. & PIMENTA, F. 2003. Wave regime characteristics of southern brazilian coast. *6ª International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries, COPEDEC*. Colombo, Sri Lanka, Paper No.97, 15p. (Publicado em CD).

BABA, J. & KOMAR, P.D. 1981. Measurements and analysis so settling velocities of natural quartz sand grains. *Journal of Sedimentary Petrology*, v.51: 631-640pp.

BACEI, M.A.S. 1985. *O cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina*. Tese de Doutorado, USP. 185p.

BIRKMEIER, W.A. 1981. Fast accurate two-person beach survey. Coastal Engineering Technical Aid 81-11. U.S. Army Engineers Waterways Experiment Station. *Coastal Engineering Research Center*, Vickburg, Mississippi, 22p.

BIRKMEIER, W.A. 1985. A user's guide to ISRPN: The Interactive Survey Reduction Program. Instructions report cere. U.S. Army Engineers Waterways Experiment Station. *Coastal Engineering Research Center*, Vickburg, Mississippi, 84p.

BREMNER, J.M. 1983. Properties of logarithmic spiral beaches wich particular reference to Algoa bay. In: MACLACHEN, A. & ERASMUS, T. (Eds.) *Sandy beaches as ecosystems*. The Hoque/Boston/Lancaster, Dr. W. Junk Publishers, 97-113pp.

CALLIARI, L.J. & KLEIN, A.H.F. 1993. Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. *Pesquisas*, v.20(1): 48-56pp.

CALLIARI, L.J.; MUEHE, D.; HOEFEL, F.G. & TOLDO JR, E.E. 1998. Morfodinâmica praias: uma breve revisão. In: NEVES, E. (Org.) *Em busca do entendimento da zona costeira*. Inédito.

CARUSO JR., F. 1993. Mapa geológico da ilha de Santa Catarina – Escala 1: 100.000. Texto explicativo e mapa. *Notas Técnicas*, v.6: 1-28pp.

CENTRO DE ESTUDOS CULTURA E CIDADANIA/CECCA. 1996. *Uma cidade numa ilha: relatório sobre os problemas sócio-ambientais da ilha de Santa Catarina*. Editora Insular, Florianópolis. 248p.

CORRÊA, I.C.S. & VILLWOCK, J.A. 1996. *Explanatory text of the Atlas: Morphology and sedimentology of Southwest Atlantic coastal zone and continental shelf from Cabo Frio (Brazil) to Península Valdéz (Argentina)*. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre. 74p.

CORRÊA, I.C.S.; MARTINS, L.R.; KETZER, J.M.M.; ELIAS, A.R.D.; MARTINS, R. 1996. Evolução sedimentológica e paleogeográfica da plataforma continental sul e sudeste do Brasil. *Pesquisas*, v.9:51-61pp.

CPTEC <http://www.cptec.inpe.br>

CRUZ, O. 1998. *Ilha de Santa Catarina e o continente próximo. Um estudo de geomorfologia costeira*. Editora da UFSC, Florianópolis. 280p.

DEAN, R.G. 1973. Heuristic models of sand transport in the surf zone. *Proc. of Conf. on Engineering Dynamics in the Surf Zone*, Sydney, 208-214pp.

DIEHL, L.F. 1997. *Aspectos geoevolutivos, morfodinâmicos e ambientais do pontal da Daniela, ilha de Santa Catarina, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Programa de pós-graduação em Geografia, UFSC. 132p.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN): *Tábua de marés 2002*: Porto de Florianópolis.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN): *Tábua de marés 2003*: Porto de Florianópolis.

DUARTE, G.M. 1981. *Estratigrafia e evolução do plano costeiro norte da ilha de Santa Catarina*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, UFRGS. 279p.

FARACO, K. 1998. *Estudo morfodinâmico e granulométrico da praia dos Ingleses, ilha de Santa Catarina, SC*. Monografia, Graduação em Geografia, UFSC. 68p.

FARACO, K. 2003. *Comportamento morfodinâmico e sedimentológico da praia dos Ingleses, ilha de Santa Catarina – SC, durante o período de 1996 - 2001*. Dissertação de Mestrado, Programa de pós-graduação em Geografia, UFSC. 120p.

FOLK, R.L & WARD, W.C. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, v.27: 3-7pp.

GIBBS, R.J.; MATTHEWS, M.M. & LINK, D.A. 1971. The relationship between shere size and setting velocity. *Journal of Sedimentary Petrology*, v.41(1): 7-18pp.

GONÇALVES, A.; OLIVEIRA, M.A.M. & MOTTA, S.O. 1979. Geologia da Bacia de Pelotas e Plataforma de Florianópolis. *Boletim Técnico da Petrobrás*, 22(3):157-174pp.

GRÉ, J.C.R.; ABREU DE CASTILHOS, J & HORN FILHO, N.O. 1994. Morphodynamic and sedimentological study of the Mole beach, Santa Catarina, Brazil. *14^o International Sedimentological Congress*, Recife, p.23.

GRÉ, J.C.R.; ABREU DE CASTILHOS, J & HORN FILHO, N.O. 1995. Quaternary deposits of the Pântano do Sul beach, Santa Catarina island, Brazil. In: ARGOLLO, J. & MOURGUIART, P. (edit.). *Climas Cuaternários en America del Sur*. La Paz, Bolivia: Proyecto PICG – 281 / ORSTOM, cap.7, 121-131pp.

HOEFEL, F.G. 1995. *Morfodinâmica de praias arenosas: Uma revisão bibliográfica*. Monografia, Graduação em Oceanologia, FURG. 71p.

HOLMAN, R.R. & SALLENGER, A.H.JR. 1993. Sand bar generation: a discussion of the Duc experiment series. *Journal of Coastal Research*, SI(15):76-92.

HORN FILHO, N.O.; LEAL, P.C. & OLIVEIRA, J.S. 2000. Ilha de Santa Catarina, SC – Brasil: 88 km de praias arenosas. *Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas*, Itajaí, 164-165pp.

HORN FILHO, N.O. 2004. Estudos morfo-sedimentares (1970-2003) nas praias da ilha de Santa Catarina: uma síntese. *Gerenciamento Costeiro Integrado*, UNIVALI, Itajaí (no prelo).

HSU, J.C. & EVANS, C. 1989. Parabolic bay shapes and applications. Instr. Civil Engineers. *Proceedings*, 87: 557-570pp.

INMAN, D.L. 1952. Measures for describing the size distribution of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, v.22: 125-145pp.

KLEIN, A.H.F.; TEMME, B.; MENEZES, J.T.; DIEHL, F.L.; CARVALHO, J.L.B. & JABOR, P.M. 1997. Comportamento morfológico de uma praia semi protegida: Praia central de Balneário Camboriú, Santa Catarina. *6^o Congresso da ABEQUA*, Curitiba, 82-84pp.

KLEIN, A.H.F. & MENEZES, J.T. 2001. Beach morphodynamics and profile sequence for a headland bay coast. *Journal of Coastal Research*, v.17(4): 812-835pp.

KLEIN, A.H.F.; BENEDET FILHO, L. & SCHUMACHER, D.H. 2002. Short-term beach rotation processes in distinct headland bay beach systems. *Journal of Coastal Research*, v.18(3): 442-458pp.

KLEIN, A.H.F.; BENEDET FILHO, L. & HSU, J.R.C. 2003. Stability of headland bay beaches in Santa Catarina: A case study. *Journal of Coastal Research*, SI(35): 141-166pp.

KOMAR, P.D. 1976. *Beach processes and sedimentation*. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, 429p.

KRUMBEIN, W.C. 1936. The application of logarithmic moments to size frequency distribution of sediment. *Journal of Sedimentary Petrology*, v.6: 35-47pp.

LAHIMAR <http://www.lahimar.ufsc.br>

LEAL, P.C. 1999. *Sistema praias Moçambique – Barra da Lagoa, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil: Aspectos morfológicos, morfodinâmicos, sedimentológicos e ambientais*. Dissertação de Mestrado, Programa de pós-graduação em Geografia, UFSC. 125p.

LIPPMANN, T.C.; HOLMAN, R.A. & HATHAWAY, K.K. 1993. Episodic, nonstationary behaviour of a double bar system at Duck, N.C., U.S.A., 1986-1991. *Journal of Coastal Research*, SI(15): 49-75pp.

MARIOTTI, M.T. & FRANCO, D. 2001. Análise ARIMA da resposta do nível do mar às forçantes atmosféricas locais. 2003. *IV Seminário sobre ondas, marés e engenharia oceânica*. Arraial do Cabo, RJ. v.1: 21-22pp.

MARONE, E. & CAMARGO, R. 1994. Marés meteorológicas no litoral do estado do Paraná: O evento de 18 de agosto de 1993. *Revista Nerítica*, v.8(1):73-85pp.

MARTINS, L.R.S.; GAMERMANN, N.; SCHEIBE, L.F. & TEIXEIRA, V.H. 1970. Sedimentologia da ilha de Santa Catarina. I – Areias praias. *Publicação Especial da Escola de Geologia*, Porto Alegre, v.18: 1-55pp.

MASSELINK, G. & TURNER, I.L. 1999. The effect of tide on beach morphodynamics. In: SHORT, A.D. (Ed.) *Handbook of beach and shoreface morphodynamics*. Chichester: 204-229pp.

McLAREN, P. 1981. An interpretation of trends in grain size measures. *Journal of Sedimentary Petrology*, v.51(2): 611-624pp.

MELO FILHO, E. 1991. *Projeto Sentinelas do Mar: instruções para efetuar as observações*. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 11p.

MELO FILHO, E.; ALVES, J.H.G.M.; BARLETTA, R.C.; BRANCO, F.V.; FRANCO, D.; HAMMES, G.R.; PIMENTA, F.M.; MENDES, D.A.R.; PRIDO, E.; SALLES, C.E.A.; SOUTO, A.C. 2003. A real-time, on-line Coastal Information Program in Brazil. *6th International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries, COPEDEC*. Colombo, Sri Lanka. Paper No.104; 14p. (Publicado em CD).

MONTEIRO, A.M. & FURTADO, S.M. 1995. O clima do trecho Florianópolis – Porto Alegre: uma abordagem dinâmica. *Geosul*, v.9:117-133pp.

MORENO, A.D. 2000. Aspectos morfodinâmicos da praia da Galheta, Florianópolis, SC. *13ª Semana Nacional de Oceanografia*, Itajaí, 132-133pp.

MUEHE, D. 1998. Geomorfologia costeira. In: GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B. (Orgs.) *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Editora Bertrand Brasil. 4ª ed. Rio de Janeiro. 253-308pp.

NIMER, E. 1989. Climatologia da região Sul. *Revista Brasileira de Geografia*, v.34(1): 142-154pp.

NORDSTROM, K.F. & JACKSON, N.L. 1990. Migration of swash zone step and microtopographic during tidal cycles on an estuarine beach. Delaware Bay, *Marine Geology*, v.92: 147-154pp.

NUNES, M.G. 1997. *Estudo evolutivo, sedimentológico e morfodinâmico da praia do Forte – ilha de Santa Catarina*. Monografia, Graduação em Geografia, UFSC. 72p.

NUNES, M.G. 2002. *Estudo morfo-sedimentar do sistema praial-lagunar de Ponta das Canas, ilha de Santa Catarina, SC*. Dissertação de Mestrado, Programa de pós-graduação em Geografia, UFSC. 133p.

PEIXOTO, J.R.V.; HORN FILHO, N.O.; CASTELLANI, T.T. & OLIVEIRA, U.R. 2004. Summers variations of the morphology and the pioneer vegetation of the foredune in Santinho beach, Santa Catarina, Sc, Brazil. *8º Internacional Coastal Symposium*, Itapema, SC, p.69.

PUGH, D.T. 1987. *Tides, surges and mean sea level*. John Wiley & Sons Ltda. Chichester, U.K.

SANTOS, C.R. 1995. *Inter-relação entre a dinâmica da vegetação pioneira e os padrões morfo-sedimentológicos sazonais da praia da Joaquina, ilha de Santa Catarina, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Programa de pós-graduação em Geografia, UFSC. 207p.

SCHEIBE, L.S. & TEIXEIRA, V.H. 1970. *Mapa topo-geológico da ilha de Santa Catarina, Escala 1:50.000*. Florianópolis, UFSC (inédito).

SHORT, A.D. & HESP, P.A. 1982. Wave, beach and dune interactions in southeastern Australia. *Marine Geology*, v.48: 259-284pp.

SHORT, A.D. & AAGARD, T. 1993. Single and multi-bar beach changes model. *Journal of Coastal Research*, v.15: 141-157pp.

SHORT, A.D. 1999. *Handbook of beach and shoreface morphodynamics*. Chichester: 379p.

SHORT, A.D. & MASSELINK, G. 1999. Embayed and structurally controlled beaches. In: SHORT, A.D. (Ed.) *Handbook of beach and shoreface morphodynamics*. Chichester: 230-249pp.

SHORT, A.D.; TREMBANIS, A. & TURNER, I. 2000. Beach oscilation, rotation and the southern oscilation – Narrabeen Beach, Austrália. *International Coastal Engineering Conference*, Sydney.

SILVESTER, R. & HSU, J.R.C. 1993. *Coastal stabilization: innovative concepts*. New Jersey, Prentice Hall, Inc., 578p.

SIMÓ, D.H. 2003. *Caracterização e distribuição espacial das “ressacas” e áreas de risco na ilha de Santa Catarina, SC, Brasil*. Monografia, Graduação em Geografia, UFSC. 130p.

SUNAMURA, T. 1988. Beach morphologies and their changes. In: HORIKAWA, K. (Ed.), *Nearshore Dynamics and Coastal Processes*. University of Tokoyo Press, 133-166pp.

TOLDO JR., E.E. & MEDEIROS R.K. 1986. Programa interpolar em linguagem basic para análise estatística e propriedades texturais de amostras sedimentares em computador. *Pesquisas*, v.18: 91-100pp.

TORRONTÉGUY, M. de C. 2002. *Sistema praial Joaquina-Morro das Pedras e praias adjacentes da costa leste da ilha de Santa Catarina: Aspectos morfodinâmicos, sedimentológicos e fatores condicionantes*. Dissertação de Mestrado, Programa de pós-graduação em Geografia, UFSC. 158p.

TRUCOLLO, E.C. 1998. *Maré meteorológica e forçantes atmosféricas locais em São Francisco do Sul – SC*. Dissertação de Mestrado, Engenharia Sanitária e Ambiental, UFSC. 100p.

VILLWOCK, J.A. 1994. A costa brasileira: geologia e evolução. *Notas Técnicas*, v.7: 28-49pp.

VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J.; LOSS, E.L.; DEHNHARDT, E.A.; BACHI, F.A.; DEHNHARDT, B.A.; GODOLPHIN, M.F. & HORN FILHO, N.O. 1995. *Mapa geológico da província costeira do Rio Grande do Sul – Escala 1:1.000.000*. Porto Alegre, CECO/IG/UFRGS & PETROBRAS.

WENTWORTH, C.R. 1922. A scale of grade and class terms of clastic sediments. *Journal of Geology*, v.3: 377-392pp.

WRIGHT, L.D. & SHORT, A.D. 1984. Morphodinâmics variability of surf zones in Australia. In: KOMAR (editor), *Handbook of coastal processes and erosion*. CRC Press, Boca Raton, Flórida, 35-64pp.

WRIGHT, L.D.; SHORT, A.D. & GREEN, M.O. 1985. Short term changes in the morphodynamic states of beaches and surf zones: On empirical perdictive model. *Marine Geology*, v.62: 339-364pp.

YASSO, W. 1982. Headland-bay beach: In: SCHWARTZ, M.L. (Ed.) *The enciclopedia of beaches and costal environments*. Stroudsburg, Pennsylvania: Hutchinson Rossi, 460-461pp.